



**Rafael Marques  
Ferreira**

**LINHAS DE MONTAGEM NA INDÚSTRIA  
AUTOMÓVEL: MELHORIA DO RENDIMENTO  
OPERACIONAL E BALANCEAMENTO DE POSTOS**





**Rafael Marques  
Ferreira**

**LINHAS DE MONTAGEM NA INDÚSTRIA  
AUTOMÓVEL: MELHORIA DO RENDIMENTO  
OPERACIONAL E BALANCEAMENTO DE POSTOS**

Relatório de Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Professora Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.



Dedico este trabalho aos meus pais, irmão e avós pelo apoio incondicional.



## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira**

Professor Associado do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Vera Lúcia Miguéis Oliveira e Silva**

Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia e Gestão Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Raquel Reis Couto Xambre**

Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

Deixo um agradecimento à minha família, em particular, meus pais, avós e irmão, por todo o apoio que me deram ao longo dos anos, ajudaram-me a manter os pés assentes na terra e a guiar-me rumo a um futuro melhor. Aos meus conterrâneos de Mangualde, também eles estudantes na Universidade de Aveiro, deixo um agradecimento pelos ensinamentos, companheirismo e apoio que me fizeram chegar.

Deixo ainda um agradecimento especial ao meu caro amigo Pedro Sousa pelo seu apoio e atitude altruísta e generosa, assim como, também, pela sua capacidade de motivação e de apoio moral, que reconheço como uma grande influência positiva para meu percurso académico.



## palavras-chave

Gestão operacional, balanceamento de linhas, melhoria contínua, *Lean*, produção em fluxo

## resumo

O presente projeto, levado a cabo numa linha de montagem, de uma organização da indústria automóvel focou-se em dois problemas centrais contextualizados pelos objetivos do projeto. Em síntese, existiu um primeiro problema de necessidade de melhoria do rendimento operacional da linha de mecânica devido ao excesso de tempo não produtivo observado e, em segundo, um problema de necessidade de ajustes ao balanceamento de uma linha de preparação de motores, devido à entrada de um novo modelo de veículo que irá provocar mudanças no processo produtivo.

Os objetivos do projeto consistiram primeiramente, no aumento em 10% do rendimento operacional da linha de mecânica e, em segundo, conceber uma solução de balanceamento para a nova implementação da linha de preparação de motores, de forma a satisfazer as novas exigências do processo produtivo, particularmente ao nível do tempo necessário para realizar as operações.

Para alcançar os objetivos propostos foi utilizada uma metodologia baseada nas seguintes fases: estudo da situação inicial, elaboração de uma proposta de solução, implementação das medidas planeadas, monitorização do seu impacto e ajuste, em caso de necessidade.

Foram realizados estudos intensivos das linhas, ao nível da sua natureza operacional, para identificar pontos relevantes do processo produtivo que necessitavam de intervenção, tendo sido ainda necessário recorrer a estudos de tempos em ambas as linhas.

Um primeiro estudo foi direcionado ao mecanismo automático de transporte de veículos ao longo da linha de mecânica e o segundo estudo, para a realização do balanceamento, foi mais focado na medição do trabalho dos operadores da linha.

Foi possível atingir os objetivos propostos para o projeto, nomeadamente o aumento do rendimento operacional em mais de 10% e a criação de uma solução de balanceamento da linha capaz de acomodar o novo processo produtivo. Consequentemente, foi possível obter outras melhorias tais como a estabilização do fluxo de produção e a melhoria do clima social na linha.



**keywords**

Operations management, line balancing, continuous improvement, Lean, flow production

**abstract**

The present project was carried out in an assembly line of an organization in the automotive industry, and was focused on two central problems that were contextualized by the project's objectives. The first problem was the need of increasing the operational performance of the "mechanical line" due to the existent excessive non-productive time. The second problem referred to the need of adjusting the line balancing, according to new operational requirements in the assembly process of the new vehicle model soon to be entering production.

The project's objectives consisted primarily, in achieving a 10% increase in the operational performance of the "mechanical line" and, secondly, conceiving a line balancing solution for the new implementation of the "motor's preparation line" in order to satisfy the new operational demands, in particular, considering the required times for operations.

In order to effectively achieve the proposed objectives the following stages were carried out: initial study of the problem, creation of a solution plan, implementation of the proposed measures, monitoring of the impact in the production system, and, when required, adjustments to the measures implemented.

Studies of the lines, considering their operational nature, were carried out to identify relevant points in the production process that needed intervention and time-studies for both lines had to be made. A first time-study was for the automated mechanism of transport of the vehicles throughout the "mechanical line" and a second time-study essentially focused on work measurement of the operators of the "motor's preparation line".

The proposed objectives of the project were achieved, namely there was an increase of over 10% in the operational performance and a new line balancing solution for the new productive process was engineered. Other contributions for the company were achieved, as a consequence of the project's success, such as smoothing the production flow and improvement of the social climate in the mechanical line.



## ÍNDICE

Capítulo I – Introdução.....	1
1.1. Objetivos Propostos .....	2
1.2. Estrutura do Relatório.....	3
Capítulo II – Enquadramento teórico.....	5
2.1. Conceitos de gestão de operações.....	5
2.1.1. Linha de Montagem .....	5
2.1.2. Medição do trabalho .....	6
2.2. Balanceamento de linhas de montagem.....	8
2.2.1. Tipos de linhas de montagem .....	8
2.2.2. Ranked Positional Weight Method .....	10
2.2.3. Vantagens.....	11
2.3. Filosofia Lean.....	11
2.3.1. Princípios da filosofia lean.....	12
2.3.2. Tipos de desperdícios .....	13
2.3.3. Takt-Time.....	14
Capítulo III – Metodologia.....	15
Capítulo IV– Apresentação da Empresa .....	19
4.1. Ferragem .....	21
4.2. Pintura .....	22
4.3. Montagem.....	22
4.3.1. Linha de Aranhas.....	24
4.3.2. Linha de preparação de motores .....	25
4.4. Qualidade – Bout de usine .....	26
4.5. Logística.....	27
Capítulo V – Linha de Aranhas .....	29
5.1. Tempo de Ciclo – Parametrização.....	31
5.2. Rendimento Operacional - RO .....	32
5.3. Medição do tempo de deslocamento das aranhas para os postos .....	35
5.4. Reprogramação do “Panel View” e acompanhamento das medidas implementadas .....	37
5.5. Melhorias na exploração de dados .....	40
5.5.1. Histórico do Tempo de Ciclo Linha.....	40

5.5.2. Correções nos meios de medição de paragens na linha .....	40
5.5.3. Sugestão de melhoria - Projeto “Supervisor de Aranhas” .....	43
Capítulo VI – Linha de preparação de motores.....	47
6.1. Objetivo .....	48
6.2. Método CPMG – Medição do trabalho .....	49
6.3. Método Estudo de tempos por cronometragem .....	55
6.4. Atribuição do Standard .....	58
Capítulo VII – Balanceamento de linha .....	61
7.1. Propostas Balanceamento de linha.....	62
7.2. Ranked Positional Weight Method - RPW .....	64
Capítulo VIII – Análise Crítica e Considerações Finais .....	67
BIBLIOGRAFIA .....	69
Anexos .....	71



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Linha de modelo único. ....	9
Figura 2 - Linha de modelos misto (mixed-model). ....	9
Figura 3 - Linha de modelo múltiplo (multi-model). ....	9
Figura 4 - Metodologia problema 1: Aumento do rendimento operacional da linha de mecânica. ....	15
Figura 5 - Metodologia problema 2: Balanceamento da linha de preparação de motores. ....	16
Figura 6 - Groupe PSA - Polo Industrial Ibérico. ....	19
Figura 7 - Fotografia aérea do CPMG. ....	20
Figura 8 - Esquema do processo produtivo do CPMG. ....	21
Figura 9 - Sinóptico do departamento de Montagem. ....	23
Figura 10 - Segmento da hierarquia do departamento de Montagem. ....	23
Figura 11 - Fotografia de uma "Aranha" a realizar o transporte de um carro. ....	24
Figura 12 - Fotografia do "Panel View". ....	25
Figura 13 - Sinóptico da linha de preparação de Motores. ....	26
Figura 14 – Exemplo cálculo do tempo de ciclo Posto 2. ....	31
Figura 15 - Apresentação da proposta de parametrização aos responsáveis de produção. ....	37
Figura 16 - Evolução do Rendimento Operacional da linha de mecânica. ....	39
Figura 17 - Seguimento do Tempo de ciclo de linha do "Panel View". ....	39
Figura 18 - Estado inicial AndonEXP. ....	41
Figura 19 - Estado Final AndonEXP. ....	41
Figura 20 - Diagrama de Pareto das paragens de meios combinado dos turnos A e B. ....	42
Figura 21 - Proposta de interface do Supervisor de Aranhas. ....	44
Figura 22 - Futura implantação da linha de preparação de motores. ....	47
Figura 23 - Fluxograma análise de tempos - método PSA. ....	51
Figura 24 - Yamazumi posto MOT1 Turno A. ....	52
Figura 25 - Yamazumi posto MOT1 Turno B. ....	52
Figura 26 - Yamazumi posto MOT2 Turno A. ....	52
Figura 27 - Yamazumi posto MOT2 Turno B. ....	52
Figura 28 - Yamazumi posto MOT3 Turno A. ....	53
Figura 29 - Yamazumi posto MOT3 Turno B. ....	53
Figura 30 - Yamazumi posto MOT5 Turno A. ....	53
Figura 31 - Yamazumi posto MOT5 Turno B. ....	53
Figura 32 - Yamazumi posto MOT7 Turno A. ....	53
Figura 33 - Yamazumi posto MOT7 Turno B. ....	53
Figura 34 - Distribuição da montagem de ecrã acústico. ....	54
Figura 35 - Distribuição da preparação de diferentes motores. ....	54
Figura 36 - Matriz de decisão posto MOT 2. ....	58
Figura 37 – Exemplo - Esquema cronológico dinâmico MOT 1. ....	59
Figura 38 - Balanceamento inicial da linha de preparação de motores. ....	61
Figura 39 - Proposta 1 - Balanceamento de linha. ....	63
Figura 40 - Proposta método RPW - Ranked Positional Weighted Method. ....	64

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de valores de Z para o nível de confiança desejada (Stevenson, 2012) .....	7
Tabela 2 - CPMG - Números-Chave 2016.....	19
Tabela 3 – Identificação inicial de problemas. ....	30
Tabela 4 – Cálculo do Potencial de produção geral da Montagem. ....	32
Tabela 5 - Tempo de Não Produção programado .....	32
Tabela 6 – Tabela-exemplo de cálculo horário do Rendimento Operacional de um dia de produção da linha de mecânica - M2. ....	34
Tabela 7 - Deslocamento das aranhas nos postos e tempo de paragem. ....	36
Tabela 8 - Cálculo do tempo ponderado de montagem do ecrã acústico. ....	54
Tabela 9 - Tabela-resumo método de estudo de tempos por cronometragem. ....	55
Tabela 10 - Níveis de precisão e confiança - Postos.....	55
Tabela 11 - Performance rating atribuído aos operadores. ....	56
Tabela 12 - Operadores escolhidos para standard - postos.....	58
Tabela 13 - Síntese de propostas obtidas para balanceamento da linha. ....	63
Tabela 14 - Vantagens e desvantagens - Proposta alternativa de balanceamento.....	68

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Sinóptico Linha de Montagem. ....	71
Anexo 2- Medição do deslocamento médio das aranhas para os postos configuráveis. ....	72
Anexo 3 - Folha de medição de tempos. ....	73
Anexo 4 - Cálculo dos novos parâmetros a inserir no "Panel View" ....	74
Anexo 5 – Observações iniciais – Balanceamento Motores. ....	75
Anexo 6 - Cálculo do número de amostras necessárias para os níveis de confiança e precisão desejados. ....	76
Anexo 7 - Número de amostras necessárias para cada posto e para cada operador. ....	77
Anexo 8 - Medição de tempos - MOT 1 - TA. ....	78
Anexo 9 - Medição de tempos MOT 1 - TB. ....	79
Anexo 10 - Medição de tempos MOT 2 - TA. ....	80
Anexo 11 - Medição de tempos MOT 2 - TB. ....	81
Anexo 12 - Medição de tempos MOT 3 - TA. ....	82
Anexo 13 - Medição de tempos MOT 3 - TB. ....	83
Anexo 14 - Medição de tempos MOT 5 - TA. ....	84
Anexo 15 - Medição de tempos MOT 5 - TB. ....	85
Anexo 16 - Medição de tempos MOT 7 - TA sem ecrã acústico. ....	86
Anexo 17 - Medição de tempos MOT 7 - TB sem ecrã acústico. ....	87
Anexo 18 - Medição de tempos MOT 7 - TA com ecrã acústico. ....	88
Anexo 19 - Medição de tempos MOT 7 - TB com ecrã acústico. ....	89
Anexo 20 - Método CPMG - MOT 1 - TA. ....	90
Anexo 21 - Método CPMG MOT 1 – TB. ....	91
Anexo 22 - Método CPMG - MOT 2 - TA. ....	92
Anexo 23 - Método CPMG MOT 2 - TB. ....	93
Anexo 24 - Método CPMG - MOT 3 - TA. ....	94
Anexo 25 - Método CPMG - MOT 3 - TB. ....	95
Anexo 26 - Método CPMG - MOT 5 - TA. ....	96
Anexo 27 - Método CPMG - MOT 5 - TB. ....	97
Anexo 28 - Método CPMG - MOT 7 - TA sem ecrã acústico. ....	98
Anexo 29 - Método CPMG - MOT 7 - TB - sem ecrã acústico. ....	99
Anexo 30 - Método CPMG - MOT 7 - TA com ecrã acústico. ....	100
Anexo 31 - Método CPMG - MOT 7 - TB com ecrã acústico. ....	101
Anexo 32 - Comparação de método CPMG(esquerda) vs Método estudo de tempos (direita) - Yamazumi posto a posto. ....	102
Anexo 33 - Matriz de decisão MOT 1. ....	106
Anexo 34 - Matriz de decisão MOT 2. ....	107
Anexo 35 - Matriz de decisão MOT 3. ....	108
Anexo 36 - Matriz de decisão MOT 5. ....	109
Anexo 37 - Matriz de decisão MOT 7. ....	110
Anexo 38 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 1. ....	111
Anexo 39 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 2. ....	112

Anexo 40 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 3. ....	113
Anexo 41 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 5. ....	114
Anexo 42 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 7. ....	115
Anexo 43 - Lista de operações da linha de preparação de motores. ....	116
Anexo 44 - Lista de operações ordenada por ordem descendente de RPW. ....	117
Anexo 45 - Diagrama de Precedências - Linha de preparação de motores. ....	118
Anexo 46 - Balanceamento inicial linha de preparação de motores. ....	119
Anexo 47 - Proposta 1 - Balanceamento da linha de preparação de motores. ....	120
Anexo 48 – Proposta 2 – Balanceamento da linha de preparação de motores. ....	121
Anexo 49 - Proposta 3 - Balanceamento da linha de preparação de motores. ....	122
Anexo 50 - Proposta 2 - Balanceamento de linha. ....	123
Anexo 51 - Proposta 3 - Balanceamento de linha. ....	124
Anexo 52 - Proposta RPW – Lista de Operações. ....	125
Anexo 53 - Cronologia Inicial - MOT 1. ....	126
Anexo 54 - Cronologia Inicial - MOT 2. ....	127
Anexo 55 - Cronologia Inicial - MOT 3. ....	128
Anexo 56 - Cronologia Inicial - MOT 5. ....	129
Anexo 57 - Cronologia Inicial - MOT 7. ....	130
Anexo 58 - Cronologia MOT 1 - Proposta 1. ....	132
Anexo 59 - Cronologia MOT 2 - Proposta 1. ....	133
Anexo 60 - Cronologia MOT 3 - Proposta 1. ....	135
Anexo 61 - Cronologia MOT 7 - Proposta 1. ....	137
Anexo 62 - Cronologia MOT 7 - Proposta 1. ....	138

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

No âmbito da finalização do curso do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial da Universidade de Aveiro apresenta-se este relatório de projeto, projeto esse desenvolvido na organização PSA Peugeot Citroen – Centro de Produção de Mangualde (CPMG). O CPMG é considerado centro de produção do Grupo PSA com maior rendimento (que da melhor forma utiliza os recursos à sua disposição) e, assim sendo, torna-se extremamente interessante a realização deste projeto devido à aquisição de conhecimento de uma realidade industrial específica e também devido à obtenção de experiência profissional.

A necessidade deste projeto para a empresa surge através de um princípio muito presente na mesma, que é o da melhoria contínua sendo esta uma das bases do sistema de excelência do Grupo PSA. O *PSA Excellence System* é um sistema que integra todo o processo produtivo, desde o desenvolvimento do produto, processo de fabricação, produção, logística e qualidade. O objetivo do sistema é a excelência em matéria de qualidade, custos, prazos e prestação de serviço dos seus colaboradores, clientes e *stakeholders* do grupo.

O projeto descrito neste relatório envolve dois temas/problemas: a melhoria de uma linha de produção e o balanceamento de postos de uma outra linha. Para estes problemas foram delineados alguns objetivos que foram concretizados e que proporcionaram uma melhoria no processo produtivo da empresa. O projeto envolveu a utilização de metodologias de medição de tempos, análise de dados, uso de ferramentas *Lean* e de metodologias de resolução de problemas de balanceamento de linha.

A descoberta do potencial para melhoria e a razão da necessidade do projeto foi motivada pela observação de baixos valores do Rendimento Operacional (RO) de uma linha e de tempo desperdiçado nos postos pelos mais variados motivos como, por exemplo, a espera do operador por meios automatizados de transporte ou mau funcionamento de meios. Ainda, devido à entrada em produção, no CPMG, de um novo modelo de veículo prevista para o ano de 2018, a empresa encontra-se em fase de preparação para acomodar as exigências da produção deste novo modelo, pelo que, na linha de preparação de motores, foi necessário resolver um problema de balanceamento da linha. Este problema deve-se ao aumento da diversidade de motores para incluir na produção do novo modelo, pois o facto de haver maior diversidade implica maiores quantidades de material em stock e, consequentemente, maiores deslocações para transportar o motor o que, consequentemente, implica mais tempo desperdiçado em deslocações, o que iria desequilibrar a linha.

## 1.1. OBJETIVOS PROPOSTOS

Inicialmente foram estabelecidos pela empresa alguns objetivos de forma a proporcionar um foco e uma direção para o projeto servindo ainda, simultaneamente, como meio de avaliar o desempenho do projeto, possibilitando uma análise em retrospectiva para verificar se foram alcançados os objetivos propostos e de que forma os resultados finais obtidos foram significativos para a empresa. Os seguintes pontos foram definidos como os objetivos principais do projeto:

1. Desenvolver capacidade de observação, análise de dados e tratamento de problemas;
2. Obter um conhecimento aprofundado do funcionamento da linha de produção em questão recolhendo toda a informação sobre os meios estruturantes e todos os fatores e condições que podem afetar o bom desempenho da linha;
3. Melhorar a produtividade da linha, reduzindo o tempo desperdiçado nos postos;
4. Analisar dados relativos a paragens, avarias e todo o tipo de problemas frequentes na linha em estudo;
5. Estudar a disponibilidade dos operadores nos postos para ser capaz de realizar balanceamento da linha;
6. A meta final a atingir é um aumento do Rendimento Operacional de 10%.

Surgiu ao longo do projeto um objetivo adicional aos inicialmente propostos pela empresa, pois verificou-se que, com as preparações para o acolhimento do novo modelo a entrar em produção em 2018, a “linha de preparação de motores” iria entrar em desequilíbrio devido ao aumento das diferentes motorizações produzidas que exigem maiores quantidades em stock, dispostas num espaço maior. Exigindo maiores distâncias de deslocamento, implicaria também maior tempo gasto em deslocamentos no aprovisionamento do motor, o que coloca a linha em desequilíbrio. Por esta razão tornou-se necessário resolver este problema de balanceamento da linha de preparação de motor de forma a acomodar estas mudanças no processo produtivo.

O novo objetivo para o projeto foi definido como: criação de uma solução de balanceamento da linha para a nova organização da linha de preparação de motores, de forma a satisfazer as novas exigências do processo produtivo e os critérios estabelecidos, de seguida listados por ordem de importância (1 - mais importante, 6 - menos importante):

1. Critério Principal: redução máxima de operações ao primeiro posto;
2. Respeito pelas precedências de operações;
3. Respeito pelas restrições de espaço e equipamento;
4. Respeito pelas restrições ergonomia;
5. Respeito pelas normas de segurança
6. Não exceder o tempo de ciclo de 232s.

## **1.2. ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

Ao nível da estrutura ao longo deste relatório foi, neste primeiro capítulo, feita uma pequena introdução ao projeto enunciando os objetivos propostos para o projeto e abordando brevemente a estrutura do relatório.

No segundo capítulo é realizado um enquadramento dos conteúdos teóricos relevantes para o desenvolvimento do projeto.

De seguida, no capítulo 3, é apresentada a metodologia utilizada para a resolução dos problemas e para atingir os objetivos propostos.

Nos capítulos seguintes (4, 5, 6 e 7) é apresentado o caso de estudo sendo que primeiro é apresentada a empresa sendo descrito o processo produtivo. No capítulo seguinte (capítulo 5) apresenta-se a análise efetuada à linha de aranhas e no capítulo 6 a análise à linha de preparação de motores. No capítulo 7 é apresentado o estudo sobre o problema de balanceamento.

Por fim, o relatório é concluído com uma análise crítica, sugestões futuras e outras considerações finais.

No capítulo seguinte foi realizado um enquadramento teórico com o projeto, introduzindo conteúdos teóricos relevantes para o projeto que se encontram organizados de acordo com a sua importância e aplicação na parte prática do projeto.





## CAPÍTULO II – ENQUADRAMENTO TEÓRICO

O enquadramento teórico foi organizado da seguinte forma. Primeiramente no subcapítulo 2.1. fez-se um enquadramento ao nível de conceitos de gestão de operações como: linhas de montagem, o conceito de tempo de ciclo e metodologias de medição de tempos.

Em segundo, no subcapítulo 2.2., foi introduzido o conceito de balanceamento de linha, tipos de linhas de montagem, algumas metodologias de resolução do problema de balanceamento de linha e, por fim, as vantagens do balanceamento de linha.

Em terceiro, no subcapítulo 2.3. foi introduzida a filosofia de produção *Lean*, enunciando os princípios fundamentais desta filosofia e outros conceitos importantes para o projeto como: a melhoria contínua, tipos de desperdícios e o conceito de *takt-time*.

### 2.1. CONCEITOS DE GESTÃO DE OPERAÇÕES

É importante para enquadramento no presente projeto introduzir alguns conceitos de gestão de operações ao nível do que é uma linha de montagem, tempo de ciclo, e metodologias de medição do trabalho.

Segundo Samouei et al. (2016) um dos componentes mais importantes de inúmeras fábricas é a secção de montagem. Nesta unidade, vários postos de trabalho estão ligados e o produto inacabado passa por estes, sofrendo uma série de tarefas que pré-determinam relações de precedência e são executadas quer por robots quer manualmente. Neste ambiente, tipicamente, o objetivo é fazer a afetação apropriada das tarefas aos trabalhadores e aos vários postos de a balancear a linha, reduzindo o número de postos de trabalho e equilibrando entre eles a carga de trabalho.

---

#### 2.1.1. LINHA DE MONTAGEM

O conceito de produção em linha de montagem foi primeiramente introduzido por Henry Ford no início dos anos 1900. Este tipo de sistema foi desenhado para ser uma forma eficiente, altamente produtiva de fabricar um produto particular. A linha de montagem básica consiste num conjunto de postos de trabalho arranjados linearmente, com cada posto conectado por um dispositivo para lidar com materiais. O movimento básico de material ao longo de uma linha de montagem começa com uma peça a ser alimentada no primeiro posto a uma determinada cadência. Um posto é considerado qualquer ponto em que uma determinada tarefa é realizada na peça. Estas tarefas podem ser desempenhadas por máquinas, robôs ou operadores humanos. Assim que uma peça entra no posto, a tarefa é realizada e é, de seguida, alimentada para a próxima operação (Santosh et al., 2013).

### 2.1.2. MEDIÇÃO DO TRABALHO

Stevenson (2012) define que a medição do trabalho permite determinar quanto tempo deverá demorar a execução de um trabalho. O autor define o conceito de *tempo standard* como o tempo que um operador qualificado levará a completar uma tarefa específica, trabalhando a um ritmo sustentável, utilizando a metodologia, ferramentas e equipamento, matérias e arranjo do posto de trabalho estabelecidos.

O mesmo autor refere, também, que as organizações desenvolvem *standards* de tempo de formas diferentes pois existem alguns pequenos fabricantes e organizações de prestação de serviços que necessitam de tempos de trabalho estimados que são subjetivos.

Os métodos mais comuns utilizados para medição do trabalho são (1) estudo de tempo com cronómetro; (2) histórico de tempos; (3) dados pré-determinados; e (4) amostragem de trabalho. Para referência, a metodologia utilizada neste projeto é a primeira (estudo de tempo com cronómetro).

Stevenson (2012) indica que um estudo de tempo com cronómetro deverá seguir os seguintes passos:

1. Definir a tarefa a ser estudada e informar o trabalhador de que será estudado;
2. Determinar o número de ciclos a observar;
3. Cronometrar o trabalho e avaliar a performance do trabalhador;
4. Calcular o tempo *standard*.

Kanawaty et al. (1993) defende que a pessoa que realiza o estudo deverá estar preocupada com a velocidade com que o operador leva a cabo o seu trabalho, em relação ao seu conceito de velocidade normal, intrínseco à pessoa que realiza o estudo. É muito fácil para uma pessoa inexperiente que realize o estudo ser levada a acreditar, por um número elevado de movimentos rápidos, que o operador trabalha a um ritmo mais elevado ou, pelo contrário, subestimar o ritmo de um operador habilidoso cujos movimentos aparentemente lentos são, na realidade, muito económicos ao nível de movimento.

Stevenson (2012) expõe um método para calcular o número de observações necessárias. O número de ciclos que devem ser controlados é uma função de 3 coisas: (1) a variabilidade dos tempos observados, (2) a precisão desejada e (3) o nível de confiança desejado para a estimativa do tempo de trabalho (Tabela 1). O tamanho da amostra necessário para alcançar o objetivo desejado é calculado pela seguinte fórmula (obtida uma amostra inicial):

$$n = \left( \frac{zs}{a\bar{x}} \right)^2$$

Onde:

$z$  = número de desvios padrão normais necessários para o nível de confiança desejado

$s$  = desvio padrão da amostra

$a$  = percentagem de precisão desejada

$\bar{x}$  = média da amostra

**Tabela 1 - Tabela de valores de Z para o nível de confiança desejada (Stevenson, 2012)**

Nível de confiança desejada (%)	Valor de Z
90	1.65
95	1.96
95.5	2.00
98	2.33
99	2.58

Segundo Stevenson (2012) para desenvolver um *standard* de tempo é necessário o cálculo de três tempos: o tempo observado (OT – *observed time*), tempo normal (NT – *normal time*) e o tempo *standard* (ST – *standard time*).

- ❖ O tempo observado (OT – *observed time*) é simplesmente a média dos tempos registados:
  - ❖ *Observed Time*:  $OT = \sum \frac{x_i}{n}$ ,  $\sum xi$  = soma dos tempos registados, n = número de observações
- ❖ O tempo normal (NT – *normal time*) é o tempo observado ajustado ao desempenho do operador. Este é computado multiplicando o tempo observado por um *performance rating* – PR:
  - ❖ *Normal Time*:  $NT = OT * PR$
- ❖ O tempo padrão (ST – *standard time*) pode não ser incluído pois depende de uma análise subjetiva sendo preciso conhecer bem o trabalho para atribuir um valor ao fator de compensação (A - *allowance*):
  - ❖ *Standard Time*:  $ST = NT + A$

De acordo com Kanawaty (1993) o propósito do PR é determinar, pelo tempo tirado enquanto o operador está a ser observado, qual será o tempo *standard* que irá ser definido para um “operador médio” e que poderá ser utilizado como base realística para planeamento, controlo e esquematização de incentivos.

Uma característica importante para definir versões dos problemas de balanceamento de linha é a variabilidade dos tempos. Sempre que a variância dos tempos de tarefas for suficientemente pequena como, por exemplo, tarefas simples ou postos altamente fiáveis, os tempos de tarefas são considerados como sendo determinísticos (Becker& Scholl, 2006, Johnson, 1983).

Abordados alguns conceitos de gestão de operações relevantes para o projeto, de seguida faz-se um enquadramento com a filosofia de produção *Lean* cujos princípios se mantiveram bastante presentes durante a realização do projeto.

## 2.2. BALANCEAMENTO DE LINHAS DE MONTAGEM

Foram já levados a cabo estudos acerca do impacto da *mass-customization* nas linhas de montagem da indústria automóvel, nas últimas duas décadas. Estes estudos demonstraram que o grau elevado de variabilidade (e incerteza relacionada) do *mix* de montagem e da grande quantidade de informação que deve ser processada durante o processo de montagem aumenta a complexidade do processo de produção (Zelter et al., 2016).

Uma linha de montagem consiste em postos (de trabalho)  $k=1, \dots, m$ , dispostos ao longo de um tapete transportador ou outro mecanismo semelhante de transporte. As peças são consecutivamente transportadas ao longo da linha e são movidas de posto em posto. Em cada posto, certas operações são repetitivamente realizadas tendo em conta o tempo de ciclo (Becker & Scholl, 2006).

De acordo com Becker & Scholl (2006) grande parte da pesquisa em balanceamento de linhas de montagem tem sido focada em modelar e resolver o “*simple assembly line problem*” (SALBP) que tem as seguintes características:

- ❖ Linha com tempo de ciclo fixo;
- ❖ Tempos de operações determinísticos (e integrais)  $t_j$ ;
- ❖ Ausência de restrições de afetação de tarefas exceto as restrições de precedência;
- ❖ *Layout* de linha em série com  $m$  postos unilaterais;
- ❖ Todos os postos estão igualmente equipados no que diz respeito a máquinas e trabalhadores;
- ❖ Maximizar a eficiência da linha  $E = t_{soma}/(m \cdot c)$  com o tempo total de tarefas  $t_{soma} = \sum_{j=1}^n t_j$ .

O tempo de ciclo de uma linha de produção é pré-determinado pela cadência de produção desejada, de forma a que, a quantidade desejada de produto final seja produzida dentro de um certo período de tempo (Grzechca, 2011).

O problema de decisão da distribuição ótima (balanceamento) do trabalho para todos os postos, tendo em conta um determinado objetivo, é conhecido como problema de balanceamento de linha de montagem (*assembly line balancing problem – ALBP*) (Becker & Scholl, 2006).

---

### 2.2.1. TIPOS DE LINHAS DE MONTAGEM

A mudança de produção em massa para produção personalizada em massa inevitavelmente implica um maior número de ferramentas, máquinas, peças, operações de montagem e processos nos postos de trabalho. Assim sendo, as linhas de modelo-misto, que são necessárias para produzir esta grande variedade de modelos diferentes, têm-se tornado extremamente complexas e exigentes para o operador (Zelter et al., 2016).

Dependendo do tipo de mistura das unidades na linha surgem duas variantes: uma linha de modelo misto (ou *mixed-model line*) que produz as unidades de diferentes modelos numa sequência misturada arbitrariamente, ou uma linha de modelos múltiplos (ou *multi-model line*) que produz uma sequência de lotes (cada um contendo unidades de apenas um modelo ou de um grupo de modelos similares) com tempos de *setup* intermédios (Becker & Scholl, 2006).

Nas figuras 1 a 3 que se seguem, é possível observar como Becker & Scholl (2006) caracterizam diferentes tipos de linha de montagem.



Figura 1 - Linha de modelo único.

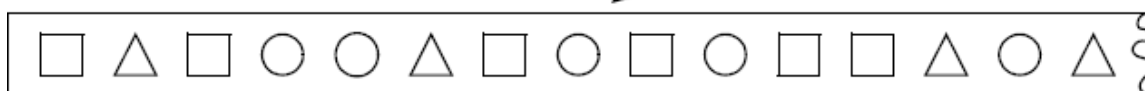


Figura 2 - Linha de modelos misto (*mixed-model*).

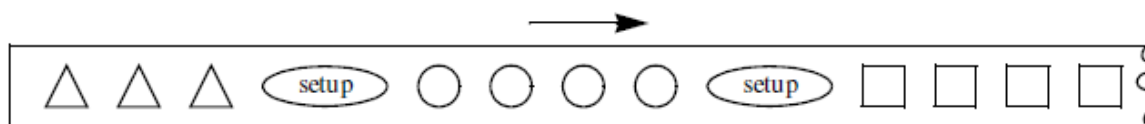


Figura 3 - Linha de modelo múltiplo (*multi-model*).

Segundo Apkinar et al. (2011) linhas de produção de modelo único, desenhadas para montar um único produto homogêneo, são os sistemas de produção mais apropriados para cenários de baixa variabilidade de procura. Mas, em algumas indústrias (por exemplo, indústria automóvel), a maior parte dos modelos têm um número de características diferentes e o consumidor pode escolher um modelo baseado nos seus desejos e capacidade financeira. Devido ao elevado custo em construir e manter uma linha de produção, os fabricantes produzem um modelo com diferentes características ou até vários modelos numa mesma linha de produção (linha de produção modelo misto).

Bartholdi (1993) apresenta as linhas de produção bilaterais, onde pares de postos de trabalho estão localizados à esquerda ou à direita da linha de produção. Cada par de postos trabalha no mesmo componente ao mesmo tempo. As tarefas são agrupadas pelo lado em que podem ser executadas e, assim, existem tarefas do lado direito, como por exemplo, montar roda direita, tarefas do lado esquerdo como, por exemplo, montar um rádio, assim como tarefas que podem ser executadas por ambos os postos simultaneamente (por exemplo, instalar o banco traseiro). Uma linha bilateral pode ter postos sem colaboradores e, nesse caso alguns postos não vão ter um par oposto. O autor defende que, para certos casos, dependendo das restrições de precedência, uma linha bilateral pode requerer menos postos do que uma linha unilateral tradicional, mas nunca mais postos.

Restrições relacionadas com o posicionamento induzem uma necessidade de postos de trabalho esquerdos e direitos, especialmente com produtos de grandes dimensões, como camiões

ou autocarros, que requerem postos que executam tarefas apenas em um dos seus lados, porque deslocar-se em volta da peça de trabalho custaria demasiado tempo. Isto leva a restrições relacionadas com as tarefas porque tarefas do lado esquerdo não podem ser combinadas com tarefas do lado direito. No geral tarefas que não podem ser afetadas ao mesmo posto são chamadas incompatíveis (Becker & Scholl, 2006).

Quanto maior for o potencial de incorrerem em custos ao deixar uma tarefa incompleta, mais tempo de folga terá de ser introduzido no posto, de forma a evitar a sua não realização total. Sendo assim, o tempo de folga deverá estar concentrado nas estações mais a jusante da linha, porque os custos de não realização de uma tarefa depende do número de tarefas sucessoras (Becker & Scholl, 2006).

---

## 2.2.2. RANKED POSITIONAL WEIGHT METHOD

Ghutukade et al. (2013) defendem que o *Ranked Positional Weight Method* representa uma solução mais eficiente de afetar os elementos de trabalho a um posto quando comparando com outros métodos como:

- ❖ Método de Moodie – Young;
- ❖ Heurística de Killbridge and Wester;
- ❖ Heurística de Hoffmans ou Matriz de precedências;
- ❖ *Immediate Update First fit Method*.

O mesmo autor refere que no método RPW é possível definir primeiramente um tempo de ciclo e, de seguida, calcular o número de postos de trabalho necessário para a linha de montagem ou então calcular o tempo de ciclo necessário, dado um número fixo de postos de trabalho. Esta é uma característica que não é partilhada com nenhum dos outros métodos de balanceamento de linha mencionados. Os passos do método RPW são:

- ❖ Passo 1: desenhar o diagrama de precedências
- ❖ Passo 2: determinar o *positional weight* para cada tarefa. É o tempo total do caminho mais longo a percorrer desde o início da tarefa até à última tarefa no diagrama de precedências;
- ❖ Passo 3: organizar as tarefas por ordem descendente do seu *ranked positional weight* – RPW;
- ❖ Passo 4: afetar tarefas aos postos, começando pela tarefa de mais alto RPW e continuando até exceder o tempo de ciclo para o posto, garantindo ainda as condições de precedência de operações.
- ❖ Passo 5: repetir o passo 4 até todas as operações estarem afetadas aos postos.

---

### 2.2.3. VANTAGENS

Encerrando o ponto referente a linhas de montagem pretende-se enunciar algumas das vantagens do balanceamento de linhas de montagem.

Becker & Scholl (2006) defendem que entre os vários problemas que surgem na gestão de sistemas de produção industrial com grande quantidade de componentes standardizadas, os problemas de balanceamento de linha de montagem são tarefas importantes no planeamento da produção a médio-prazo.

Um balanceamento de linha *Lean* pode suportar o fluxo suave do WIP (*work-in-progress*) ao longo da Linha com buffers mínimos ou inexistentes entre passos do processo de montagem (Nguyen et al., 2016).

O balanceamento de linhas de produção (por exemplo, distribuir a carga de trabalho uniformemente ao longo dos vários postos) ajuda a alcançar um fluxo rápido ao longo do sistema (Stevenson, 2011).

Zupan et al. (2015) refere que uma técnica eficaz do Toyota *Production System* para reduzir desperdício e para aumentar a eficiência da produção é o nivelamento da produção ou “*smoothing*”. O mesmo autor defende ainda que um dos problemas principais é a definição de como se devem arranjar as tarefas na linha de produção para serem efetuadas nos postos de trabalho. Uma maneira eficaz para alcançar este objetivo é balancear as linhas de montagem, assim como, as células de trabalho. Esta ferramenta eficaz permite ajudar a melhorar a capacidade de produção das linhas de montagem e células de trabalho, e, ao mesmo tempo, reduzir custos e requisitos de mão-de-obra.

### 2.3. FILOSOFIA LEAN

De acordo com o *Lean Manufacturing* qualquer utilização de recursos que não acrescenta valor para o cliente deve ser mudada ou eliminada. Na sua essência os objetivos por detrás do sistema de *lean manufacturing*, que têm sido praticados há muito tempo no Japão, são a eliminação dos desperdícios, a redução de custos e o *empowerment* dos operadores. Quanto mais qualidade for incorporada no produto e quanto mais serviço a empresa prestar, mais disposto fica o cliente em pagar por um produto ou serviço. O contraste entre o custo do produto e o seu preço é o que determina o lucro (Arfman et al., 2014).

Stevenson (2012) refere que muitos dos métodos que são comuns em operações *Lean* foram desenvolvidos pelo fabricante de automóveis Toyota. É possível compreender esta influência através dos vários termos habitualmente associados as operações *Lean*:

- ❖ **Muda** – desperdício e ineficiência;
- ❖ **Pull System** – substituição de materiais ou peças baseando-se na procura, produzir apenas o necessário;
- ❖ **Kanban** – Sistema manual de que sinaliza necessidade de peças ou materiais;
- ❖ **Heijunka** – Nivelamento da carga de trabalho;
- ❖ **Kaizen** – Melhoria contínua do sistema;
- ❖ **Jidoka** – Qualidade garantida na fonte. Uma máquina para automaticamente quando deteta uma peça defeituosa e o trabalhador tem autoridade para parar a linha.

---

### 2.3.1. PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA *LEAN*

Womack e Jones (2003) indicam no seu livro “*Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*” que o **primeiro passo** para fazer o valor fluir é definir e identificar o valor juntamente com a cadeia de valor. A análise deverá ser focada num objeto – o design específico, a ordem específica e o próprio produto (uma “cura”, uma viagem, uma casa, uma bicicleta) – sem nunca o perder de vista desde o início até ao fim do seu processamento. O **segundo passo**, que torna o primeiro passo possível é ignorar as barreiras tradicionais de empregos, carreiras, funções (frequentemente organizadas em departamentos), e empresas para formar uma empresa *Lean* removendo todos os impedimentos ao fluxo contínuo de um produto ou família de produtos específico. O **terceiro passo** é repensar práticas de trabalho específicas e recorrer a ferramentas para eliminar retrocessos, lixo e paragens de todos os tipos para que o desenho, ordem e produção de um produto específico consiga proceder continuamente.

Womack e Jones (2003) fazem referência a 5 princípios-chave que as organizações *Lean* necessitam seguir:

- ❖ **Identificar valor**, implica que os *stakeholders* definem o valor num sistema de pensamento *lean*. Os objetivos do design do produto são identificados através da definição do valor. Valor poderá incluir fiabilidade, sustentabilidade, disponibilidade, multiplicidade de funções e estética atrativa para um produto ou serviço. “O valor é expresso em termos de como um produto específico satisfaz as necessidades do cliente, a um preço específico, num tempo específico”.
- ❖ **Mapear a cadeia de valor**, que consiste no conjunto de atividades que garantem a satisfação do valor. A sequência destas atividades é conhecida como a cadeia de valor. Neste processo, o produto deverá passar por três tarefas críticas de gestão: - resolução de problemas, gestão de informação e informação física.



- ❖ **Criar fluxo**, clarifica que o fluxo é o movimento contínuo de um produto ou serviço por todo o sistema de produção até ao cliente.
- ❖ **Estabelecer sistema puxado** que tem sido caracterizado por Womack e Jones (2003) como uma filosofia de produção que deve fornecer o produto ou serviço apenas quando o consumidor precisa deste – não antes nem depois.
- ❖ **Procurar a perfeição**, é um esforço constante para:
  - ❖ Eliminar atividades que não acrescentam valor;
  - ❖ Melhorar o fluxo;
  - ❖ Satisfazer as necessidades de entrega ao cliente.

---

### 2.3.2. TIPOS DE DESPERDÍCIOS

A disciplina do *Lean Manufacturing* é eliminar o desperdício, obter capital, ganhar mais vendas e manter-se competitivo num mercado global em expansão (Spear et al., 1999).

Melton (2005) faz referência, aos 7 tipos de desperdícios considerados pela filosofia *Lean*:

- ❖ **Sobreprodução** – produção sem cliente específico ou produção sem valor adicional;
- ❖ **Espera** – pessoas e equipamentos podem ter que esperar que o produto seja processado e, durante esse tempo, não estão a adicionar valor para o cliente;
- ❖ **Transporte** – mover o produto para vários locais; enquanto o produto estiver em transporte não está a ser processado, logo não adiciona valor ao cliente;
- ❖ **Inventário** – armazenamento de produtos, matérias-primas e outros, e que custam dinheiro;
- ❖ **Processamento excessivo** – quanto um processo particular não acrescenta valor ao produto;
- ❖ **Movimentação** – movimento excessivo por parte dos operadores na produção;
- ❖ **Defeitos** – erros durante o processo que requerem custos de retoque ou trabalho adicional.

O pensamento *Lean* não tem limites no seu processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros, ao mesmo tempo, oferecendo produtos que persistentemente aproximam-se do que o cliente necessita (Mourtzis et al., 2016).

### 2.3.3. TAKT-TIME

Stevenson (2012) refere que um conceito importante da filosofia *Lean*, e que é considerado, por vezes, como o bater do coração de um sistema *Lean* é o *Takt Time* - o tempo de ciclo necessário num sistema de produção para igualar o passo da produção ao da procura. O *takt time* é muitas vezes definido para um turno de trabalho. O procedimento para obter o *takt time* é:

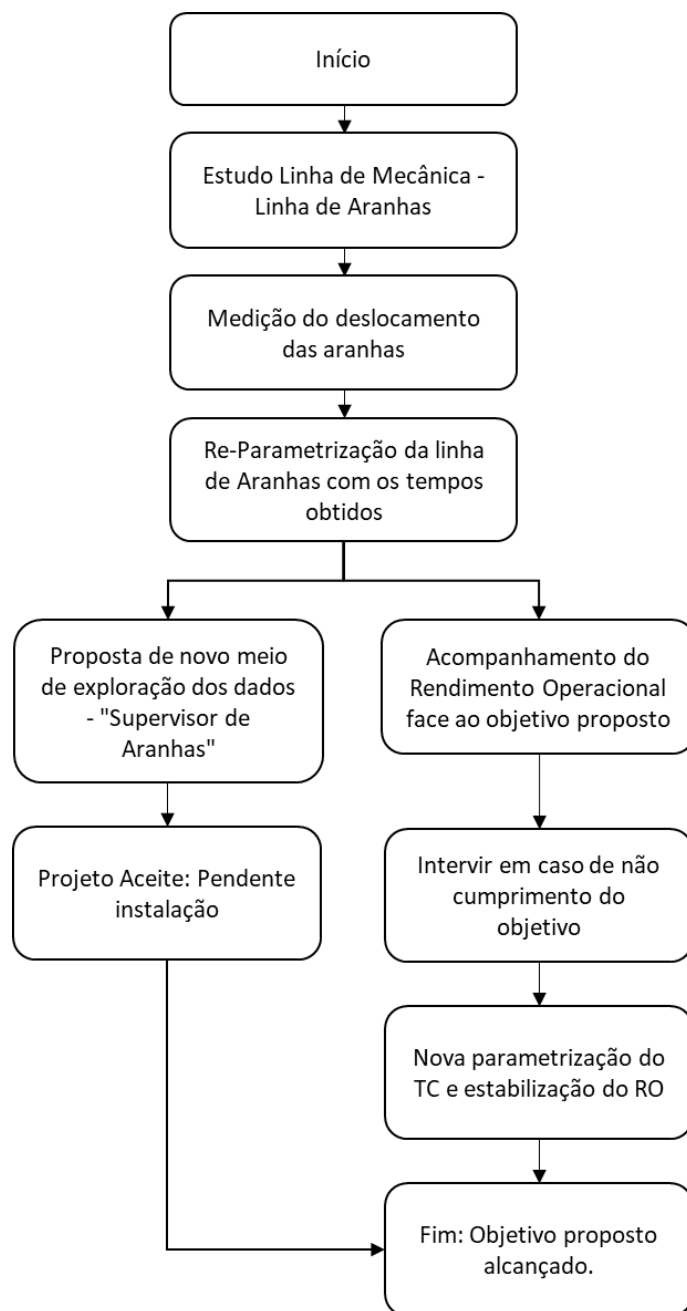
- ❖ 1. Determinar o tempo disponível por turno subtraindo ao tempo total de turno todos os tempos não produtivos;
- ❖ 2. Se existir mais do que um turno por dia, multiplica-se o tempo por turno pelo número de turnos para obter o tempo total disponível por dia;
- ❖ 3. Computar o *takt time* dividindo o tempo disponível pela procura.

Stevenson (2012) refere que assim que o *Takt Time* para o sistema for determinado, este pode ser utilizado para determinar o tempo que deve ser alocado para cada posto nos processos de produção. Utilizar o *Takt Time* resulta na redução do inventário de *work-in-progress* (WIP) em momentos em que a procura é estável e a capacidade de produção do sistema iguala a procura. Assim, para procuras instáveis, deve ser adicionado inventário adicional para se ajustar à variabilidade da procura. O tempo necessário para trabalho afeto a cada posto deve ser menor ou igual ao tempo de ciclo e o tempo de ciclo é definido como sendo igual ao *Takt Time*.

Encerrando o capítulo de enquadramento teórico com os problemas abordados pelo projeto, é apresentada no capítulo terceiro a metodologia seguida para resolução destes.

### CAPÍTULO III – METODOLOGIA

Tendo em consideração os objetivos e metas estabelecidos para o projeto delineou-se o rumo que iria ser seguido para a sua concretização e sucesso, que seria conseguido através do cumprimento dos objetivos propostos. O projeto está então dividido em várias fases que têm relações diretas de precedência entre elas, ou seja, não é possível avançar para a fase seguinte sem que a fase atual esteja ultrapassada. Na Figura 4 podemos observar uma esquematização das fases do projeto para resolução do primeiro tema/problema e na Figura 5 para o segundo.



**Figura 4 - Metodologia problema 1: Aumento do rendimento operacional da linha de mecânica.**

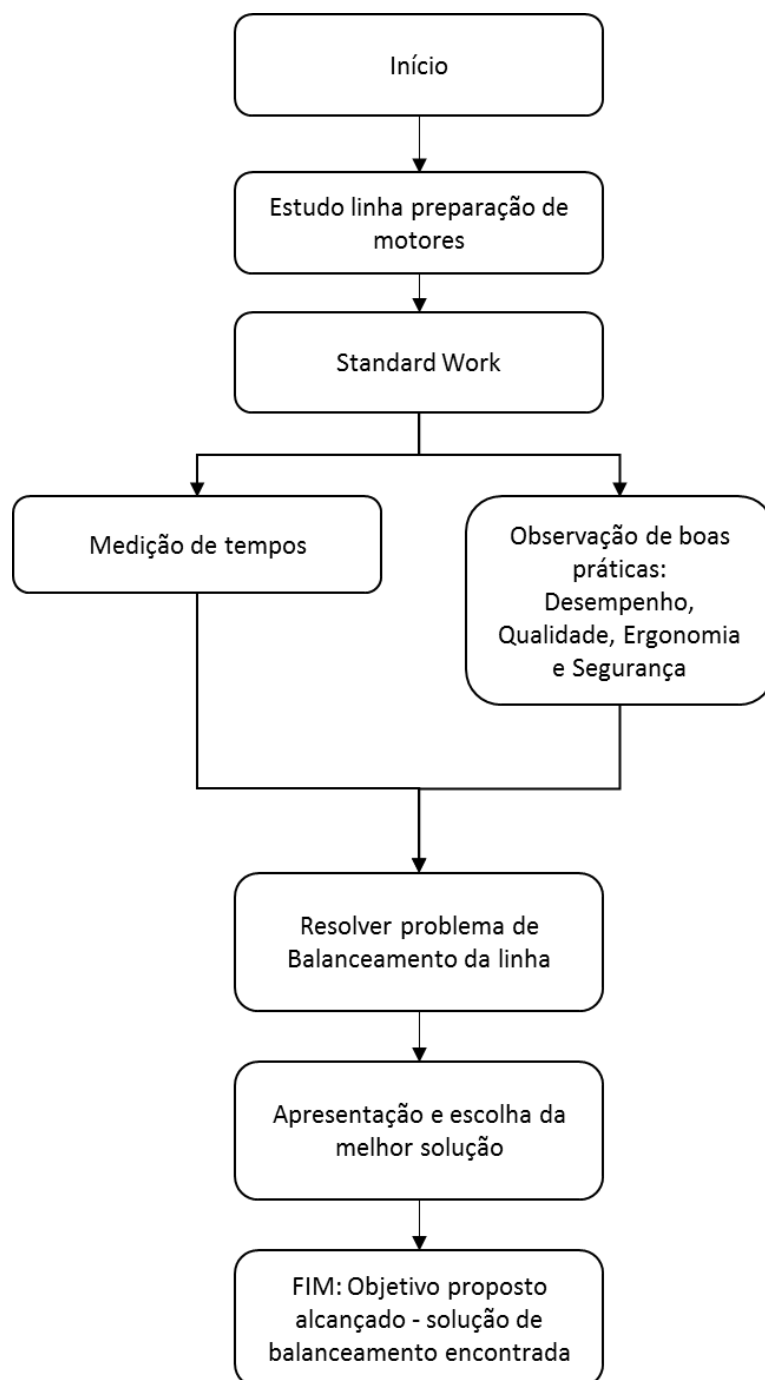


Figura 5 - Metodologia problema 2: Balanceamento da linha de preparação de motores.

**Problema 1 – Aumento do Rendimento Operacional da linha de mecânica:** foi necessário realizar um estudo aprofundado do funcionamento da linha, analisando todos os problemas que ocorrem nesta e que prejudicam a produtividade. Exigiu ainda a observação e análise, mais em concreto, do funcionamento do meio de transporte da linha, o “Circuito de Aranhas” compreendendo os valores da sua parametrização e comparando-os com o seu comportamento real no terreno.

- ❖ **Parametrização da linha de aranhas** – Após um estudo inicial verificou-se que houve necessidade de ajustar o tempo de ciclo de linha indicado no “Panel View” com o objetivo de estabilizar a linha que, inicialmente, se encontrava instável devido à variabilidade da sua velocidade (muitas alterações do tempo de ciclo da linha) e de forma a evitar mudanças do tempo de ciclo e dos parâmetros individuais dos postos;
- ❖ **Melhorar meios de medição de paragens na linha** – A utilização dos meios de medição e exploração de paragens de linha causadas por meios de trabalho ou por meios de transporte não era possível pois estes apresentavam valores que não correspondiam à situação real no terreno. Para possibilitar a medição e exploração correta dos dados, foi então necessário identificar qual a informação errada ou em falta de forma a que se tornasse possível iniciar o respetivo tratamento;
- ❖ **Proposta de novo meio de exploração de dados “Supervisor de aranhas”** – Ao longo do estudo da linha de aranhas, verificou-se uma falta de comunicação com a linha de aranhas pois os dados que existiam relativos a estas eram muito escassos e, em certos casos, não eram medidos de forma fiável. Como proposta de melhoria do sistema concebeu-se um sistema que seria capaz de fornecer mais informação acerca das aranhas, nomeadamente para obter informação acerca da disponibilidade ou indisponibilidade nos postos.
- ❖ **Estabilização do aumento do Rendimento Operacional** – foi feito um seguimento do indicador para garantir que a melhoria foi, efetivamente, conseguida com sucesso e de uma forma estável.

**Problema 2: Balanceamento da linha de preparação de motores** – Nesta fase foi necessário realizar um estudo inicial da linha de preparação de motores, de forma a compreender o processo produtivo e fazer um levantamento das operações. A resolução deste problema envolveu as seguintes fases:

- ❖ **Standard Work** – metodologia utilizada na PSA Citroen para identificação de boas práticas operacionais e formação de novos *standards* de produção. Envolve os seguintes aspetos:
  - Medição de tempos das operações dos operadores de cada turno;
  - Observação de boas práticas dos operadores;
  - Respeito pelas normas de segurança;
  - Qualidade e ergonomia com que é realizado o trabalho;
- ❖ **Escolha do melhor operador – Matriz de Decisão** – através da utilização de uma matriz de decisão com os itens explorados, na fase de *Standard Work* referida anteriormente, foi escolhido o operador exemplar que os satisfaz da melhor forma. Foram ainda obtidos os tempos *standard* que foram tomados em conta para o balanceamento da linha;
- ❖ **Resolver o problema de balanceamento de postos** – Obter uma solução, ou conjunto de soluções, para o balanceamento da linha de preparação de motores respeitando todo o tipo de critérios e restrições presentes na linha, como precedências ou restrições de espaço e tempo de ciclo máximo, utilizando como suporte toda a informação previamente extraída na fase de standardização dos postos;
- ❖ **Apresentação da solução e escolha** – por fim foi apresentada aos responsáveis da produção a proposta de solução para o balanceamento de linha. De seguida foi escolhida a solução que, de melhor forma, satisfaz as restrições definidas.

No capítulo quarto foi feita uma breve introdução da empresa acolhedora do projeto desenvolvido. Apresentando primeiramente alguns dados gerais da empresa e o grupo em que se insere, passando, de seguida, para a descrição mais em detalhe da fábrica.

## CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

O projeto descrito neste relatório foi acolhido pela organização pertencente ao *Groupe PSA*, a PSA Peugeot Citroen – Centro de Produção de Mangualde (CPMG). Este centro de produção é um dos membros integrantes da estrutura ibérica do *Groupe PSA* que tem como outros membros constituintes o Centro de Produção de Vigo e o Centro de Produção de Madrid. Em 2016, o *Groupe PSA* foi o 2º maior construtor automóvel europeu, com receitas de cerca de 54 biliões de euros e mais de 170 milhares de colaboradores em todo o mundo, sendo o maior mercado do grupo a China.

O CPMG (Figura 7) é o centro produtivo de menor dimensão do polo industrial ibérico do grupo o que é evidenciado pelo baixo volume de produção, quando comparado com os centros de Vigo e de Madrid. Porém, apesar do baixo volume de produção o CPMG é distinguido como a fábrica com melhor desempenho de todo o grupo PSA. O CPMG é um centro de produção *benchmark* para o grupo.

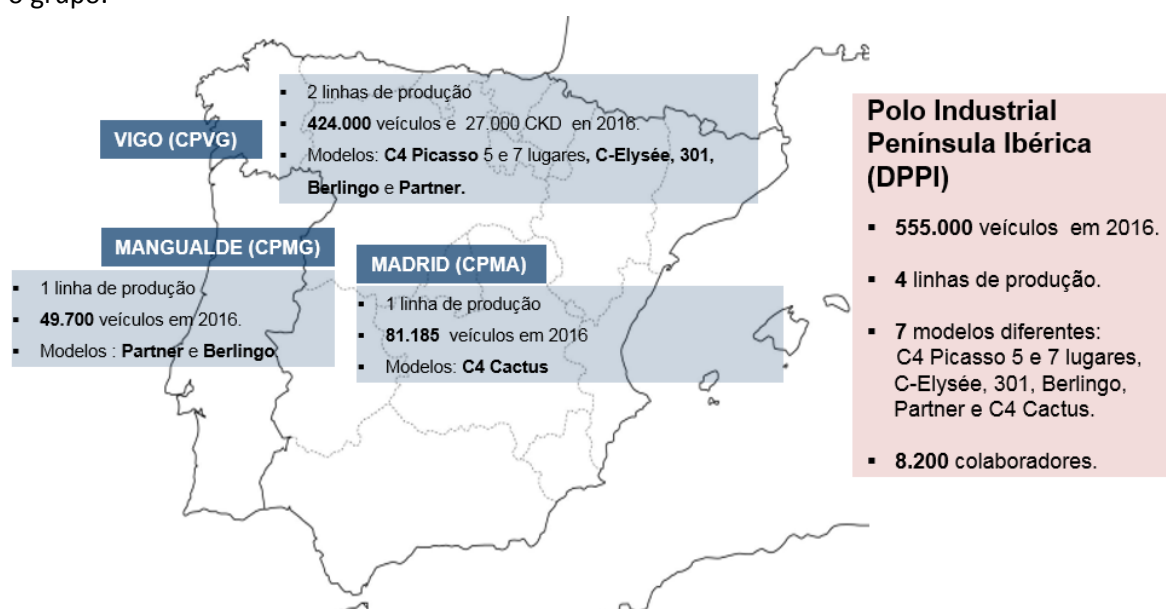


Figura 6 - *Groupe PSA* - Polo Industrial Ibérico.

Como é possível observar na Figura 6 o CPMG é responsável por uma parte da produção dos veículos *Peugeot Partner* e *Citroen Berlingo*, sendo que a produção se encontra distribuída igualmente entre os dois modelos. Na Tabela 2 são apresentados alguns números-chave relativos ao ano de 2016:

Tabela 2 - CPMG - Números-Chave 2016.

Produção Diária	220 veículos
Colaboradores	725
Investimentos	3,7 milhões de euros
Horas de Formação	30.000 horas
Produção Exportada	88%
Veículos Produzidos	49.700 veículos



**Figura 7 - Fotografia aérea do CPMG.**

O CPMG é atualmente a maior empresa do distrito de Viseu e uma das maiores empresas a laborar em Portugal. O Centro labora, de momento, a 2 turnos: Manhã – 07:00 – 15:00 e Tarde – 15:00 – 23:00. A fabricação do carro consiste na construção do *chassis* (ferragem), pintura e montagem de peças, com o apoio da qualidade e da logística.

Atualmente o CPMG está a preparar-se para o acolher o novo modelo cuja produção deverá ser iniciada no ano de 2018, produção esta que será partilhada (como o é atualmente) com o Centro de Produção de Vigo - CPVG, em Espanha.

O processo produtivo dos veículos trabalhados no CPMG engloba 5 grandes departamentos industriais, sendo eles:

- ❖ Ferragem
- ❖ Pintura
- ❖ Montagem
- ❖ Qualidade
- ❖ Logística





**Figura 8 - Esquema do processo produtivo do CPMG.**

Na Figura 8 é possível observar o processo produtivo da empresa que tem início na secção de Ferragem, onde é realizada a construção da carroçaria através da união de peças por processos de soldadura. A carroçaria é, então transportada para a secção de Pintura para ser pintada, através de vários banhos e tratamentos químicos.

Após a pintura da carroçaria o carro passa para secção de Montagem, onde é feita a montagem de todos os componentes desde o motor, a transmissão, as rodas e os bancos, os vidros e outras peças de acabamento. Na secção de controlo de qualidade é feita, após a montagem de todos os componentes do carro, uma verificação de conformidade com todos os parâmetros de qualidade estabelecidos e são feitos testes em pista de obstáculos para certificar que tudo está em conformidade. Caso os resultados dos testes de qualidade sejam positivos o carro é então expedido e vendido ao cliente.

Todo o processo produtivo da empresa tem presente operações realizadas pela secção de logística que trata do aprovisionamento das linhas de produção.

Nos pontos que se seguem é explicado com um pouco mais de detalhe as várias secções da empresa.

#### 4.1. FERRAGEM

O processo de fabrico de um automóvel inicia-se na linha de Ferragem, onde é feita a união das diferentes peças através da soldadura por resistência. Estas peças são unidas através de calibres pneumáticos com diferentes tamanhos e complexidades, distribuídos por diferentes linhas de produção. Estes grandes conjuntos acabam depois por se unir numa linha de produção principal, onde a carroçaria começa a ganhar forma.

Nas linhas de soldadura, as peças depois de fixas através de elementos mecânicos de acionamento elétrico e pneumático, são soldadas através de grandes pinças electropneumáticas, que, ao fazerem passar uma corrente elétrica através das chapas (entre 10.000 e 20.000 Amperes), fundem estas através do efeito de *joule* criando assim a ligação soldada, o chamado ponto de soldadura.

#### 4.2. PINTURA

A Pintura define-se como sendo uma sucessão de operações que vão conferir ao veículo capacidade de responder às exigências de resistência às agressões do meio exterior (mecânicas, químicas, etc.), de estanquicidade e estética.

**TTS (Túnel de tratamento de superfície):** Limpeza, desengorduramento, por forma a conferir capacidade anti corrosão à chapa. Confere também a capacidade de aderência da tinta à chapa.

**CATAFORESE:** 1ª camada de tinta aplicada através de eletrodeposição. Tem como principal objetivo a anti corrosão da chapa.

**ESTANQUECIDADE:** Aplicação de *mástique* que impermeabiliza o veículo à água, ao ruído, e ao ar.

**BASE COAT 0:** 2ª camada de tinta que, para além de conferir resistência anti gravilha e aos raios UV à chapa, serve de base para aplicação das lacas promovendo o aumento da capacidade de aderência.

**BASE COAT 1/2:** tem como principal função dar cor ao veículo. Pode ser opaca (com ou sem verniz = Laca) ou pode ter efeitos metálicos ou nacarados sendo que neste caso o acabamento é feito com verniz.

**VERNIZ:** última aplicação que confere brilho à carroçaria e também resistência química e mecânica à chapa a protegendo de riscos.

#### 4.3. MONTAGEM

Na Montagem, após a pintura do chassis na Pintura, são montadas cerca de 2050 peças, e apertados cerca de 600 parafusos e porcas, por cada carro. Dividido em várias etapas, neste sector são montados todos os componentes, desde as peças iniciais como as cablagens e tabliers, posteriormente os órgãos mecânicos como motor, transmissão, rodas, e outros, terminando com a montagem de bancos e revestimentos interiores.

O sector é composto por uma linha principal de montagem, e várias linhas de subconjuntos, que funcionam em sintonia e alimentam a linha principal. No final, o veículo está pronto e é entregue ao departamento de qualidade que verifica a conformidade com todos os referenciais de qualidade. Esta é a unidade onde se enquadra o presente projeto, e consiste numa linha em U, com 3 UEP's (UEP - Unidade Elementar de Produção), M1 – Primeiro Acabamento, M2 – Mecânica e M3 – Segundo Acabamento. Na Figura 9 (Anexo 1) podemos observar a implantação atual da Montagem com as UEP, módulos e pessoal de linha afeto a estes.

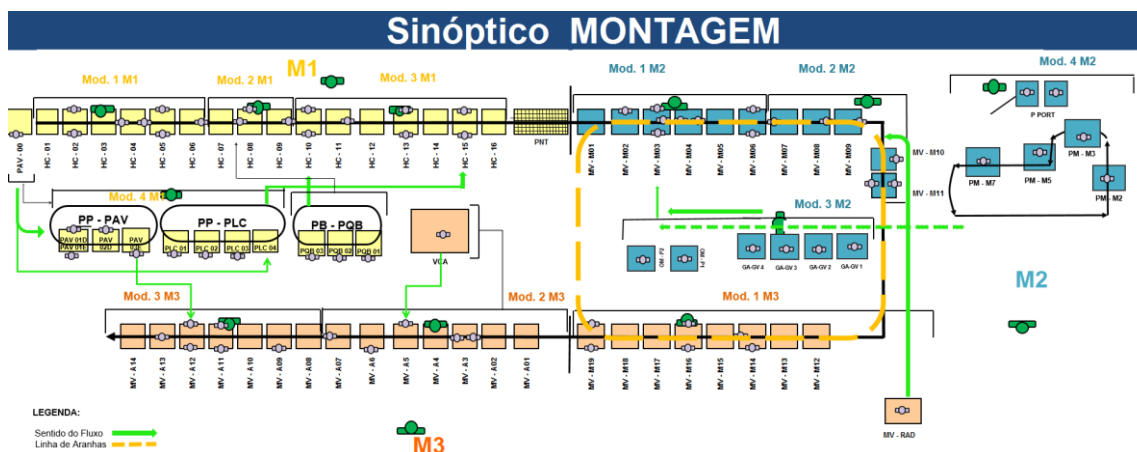


Figura 9 - Sinóptico do departamento de Montagem.

Representado a amarelo encontra-se a UEP M1 que é chefiada pelo RU – *Responsable d’Usine* do M1 e é constituída por 4 módulos. Para transporte dos carros que estão a ser fabricados é utilizado um transportador industrial que garante um fluxo contínuo ao longo da linha. A próxima UEP está representada a azul e é a UEP M2, chefiada pelo RU M2, que se encontra dividida em 3 linhas: a linha principal (módulos 1 e 2), a linha de preparação de órgãos mecânicos (módulo 3) e a linha de preparação de motores (módulo 4). Por fim, a UEP M3, representada a laranja, é constituída por 3 módulos e pelo RU do M3. Nos módulos 1 e 2 da UEP M2 o transporte do carro é realizado através de um sistema que permite a elevação do carro de forma a permitir maior facilidade na montagem dos componentes. Este sistema é denominado de “linha de aranhas” e abrange os módulos 1 e 2 da UEP M2, assim como o módulo 1 da UEP M3.

Como podemos verificar pela Figura 9 , cada UEP tem um RU e cada módulo tem um monitor de linha associado, porém para maior compreensão da hierarquia do departamento de montagem é ilustrada na Figura 10 o segmento relevante ao desenvolvimento do projeto.

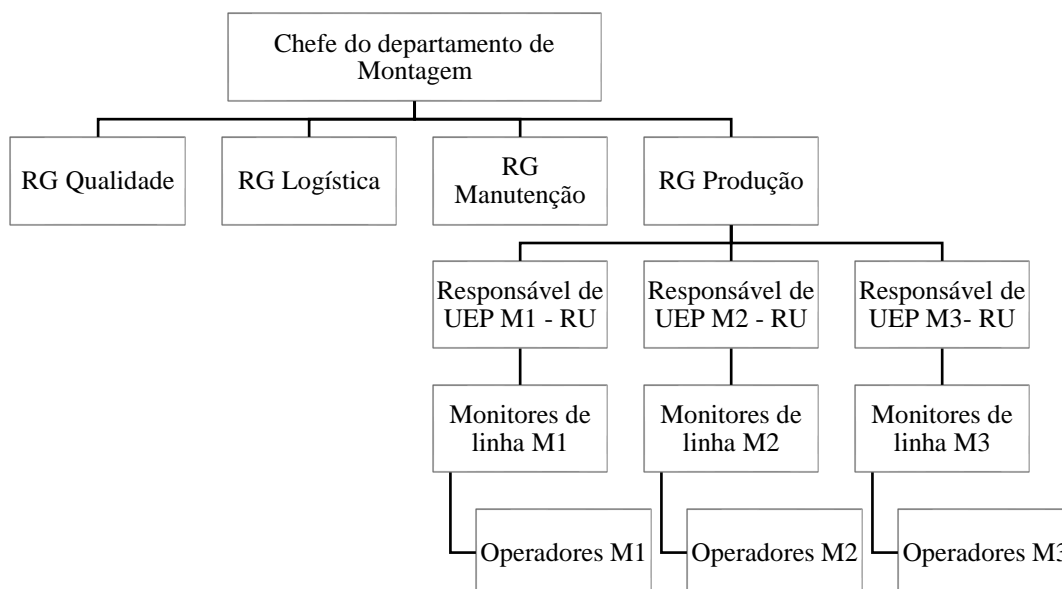


Figura 10 - Segmento da hierarquia do departamento de Montagem.

#### 4.3.1. LINHA DE ARANHAS

A “aranha” (Figura 11) consiste num mecanismo com 4 “braços” que levanta a caixa para serem realizadas operações na parte inferior do automóvel. As “aranhas” circulam pela linha num circuito fechado e todas operam a velocidades iguais exceto nos postos em que é possível realizar operações em andamento sendo que, nestes casos, a aranha tem uma programação diferente e opera a uma velocidade mais lenta para possibilitar a realização das operações em andamento dentro do tempo estabelecido e em segurança.

Para salvaguardar situações de colisão causadas pela diferença de velocidade das aranhas nos postos com operações em deslocamento estas têm sensores de colisão que, quando acionados, procedem à redução da velocidade de deslocação de forma a evitar a colisão podendo, em último caso, parar.



**Figura 11 - Fotografia de uma "Aranha" a realizar o transporte de um carro.**

Existem meios nos postos que suspendem o transporte para o posto seguinte de forma a assegurar que as operações a efetuar em cada posto são todas concretizadas, ou seja, pode ser ultrapassado o tempo de ciclo parametrizado se estes meios se encontrarem ativos. Por uma questão de nomenclatura, estes meios são denominados “meios de encravamento de linha”. É possível também parar a aranha carregando num botão de emergência que está instalado em todas as aranhas. O Circuito de Aranhas é controlado por um quadro presente na linha que é denominado de “Panel View”.

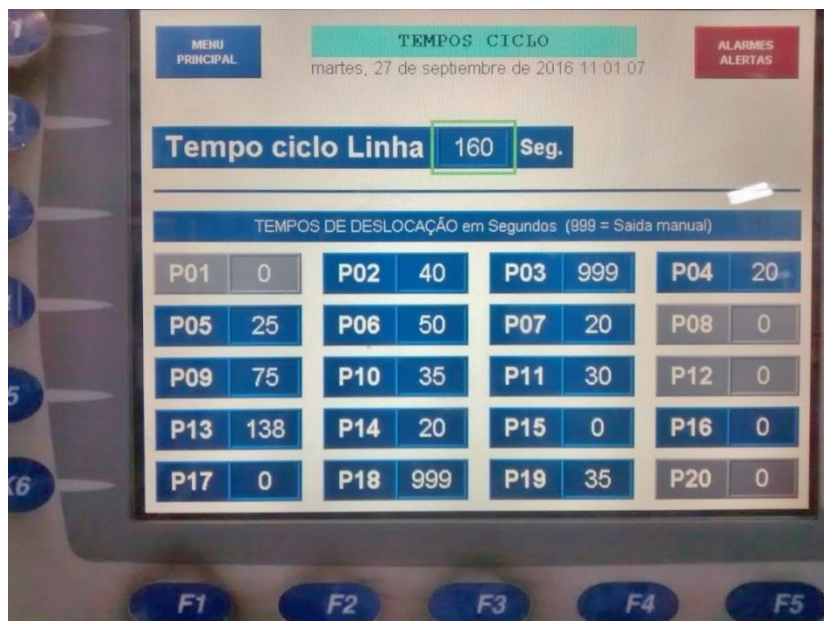


Figura 12 - Fotografia do "Panel View".

Neste quadro (Figura 12) é possível configurar e parametrizar o funcionamento do circuito de aranhas, ou seja, é possível controlar o tempo de ciclo da linha e o tempo paragem em cada posto, em particular. Ao ajustar o parâmetro "Tempo de Ciclo Linha" para o tempo de ciclo desejado, é afeto diretamente aos postos o tempo de paragem das aranhas em cada um deles. Na Figura 12 pode-se observar uma fotografia do estado inicial da parametrização da linha. Os postos a cinzento são postos que estão bloqueados ao utilizador.

A correta parametrização deste painel de configurações foi um dos focos deste projeto e encontra-se descrito no capítulo da parametrização de linha de aranhas.

#### 4.3.2. LINHA DE PREPARAÇÃO DE MOTORES

Como se pode verificar anteriormente pelo sinóptico do departamento de Montagem (Figura 9) existe uma linha principal de montagem, assim como 2 linhas secundárias de preparação de órgãos mecânicos e GAV's (*Groupe Avant*) e uma linha preparação de motores.

O motor não é construído integralmente no CPMG, sendo apenas realizada nas instalações a preparação do motor com a adição de componentes ao motor como, a caixa de velocidades, alternador de corrente, correia de distribuição, entre outros. Ou seja, o motor é construído por um fornecedor externo do grupo e transportado até ao CPMG.

A linha de preparação de motores (Figura 13) é composta por um sistema de transporte que contém ganchos separados por uma distância igual previamente ponderada. Uma propriedade que caracteriza este sistema é que toda a linha se movimenta ao mesmo tempo, ou seja, todos os postos andam à mesma velocidade.

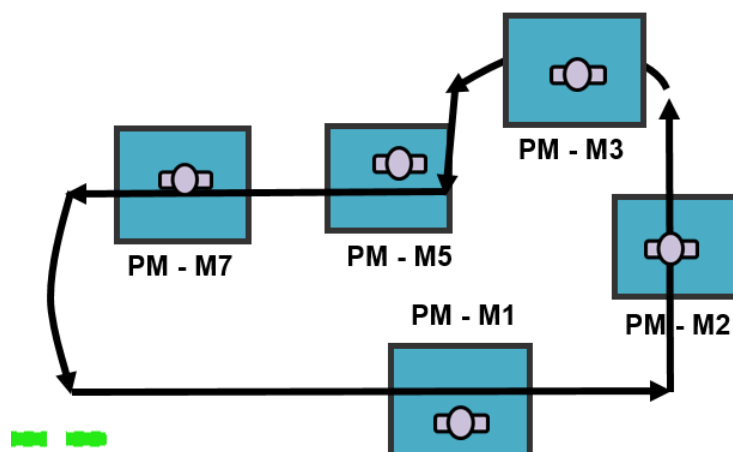


Figura 13 - Sinóptico da linha de preparação de Motores.

A linha está programada para um tempo de ciclo fixo e é regulada em centímetros/minuto. Esta propriedade do sistema de transporte possibilita aos operadores a realização de operações em deslocamento, desta forma conseguindo um fluxo contínuo de produção.

A linha é composta por 5 postos com 5 operadores existindo operações que precedem outras, ou seja, operações que apenas podem ser realizadas quando outras estão finalizadas, como, por exemplo: o aperto do compressor depende da montagem do compressor, a montagem da sonda de óleo do motor depende da remoção do obturador do buraco da sonda de óleo, entre vários outros.

Atualmente na linha a variedade de motores trabalhados é reduzida, sendo apenas preparados motores em que as variantes são: caixa manual, caixa manual com funcionalidade *Start-Stop* (também referido como motor STT) e motor com caixa automática. Posteriormente existem possibilidades de o motor ser equipado com extras como ar condicionado e ecrãs acústicos para isolamento sonoro.

#### 4.4. QUALIDADE – *BOUT DE ÚSINE*

A etapa final da produção de um veículo dá-se no *Bout d'Usine* – Secção de Controlo de Qualidade, onde 100% dos veículos são controlados a nível de aspeto, conformidade, esforço e ruído. Aquando da saída do veículo da linha de Montagem, este passa pelo banco de paralelismo onde são regulados os faróis e alinhada a direção.

De seguida, o veículo entra no banco polivalente onde são controlados a potência do veículo e o sistema de travagem e controlo funcional. Passando primeiro por uma pequena pista onde é controlada a ausência de ruídos e verificada a suspensão, o veículo é enviado a um banho onde é submetido a um controlo de estanquicidade. Por fim, e antes do veículo estar pronto para ser entregue ao cliente, o aspeto e conformidade do veículo é controlado e avaliado, assim como a componente eletrónica.

## 4.5. LOGÍSTICA

A missão da Logística é entregar as peças aos diferentes setores (Ferragem, Pintura, Montagem e *Bout d'Usine*) no momento em que elas são necessárias, com qualidade e ao menor custo. Estas peças, transportadas em camiões, são descarregadas, conferidas e armazenadas por tipo de embalagem (contentor ou caixa) em zonas de stock distintas.

Na Logística existem 2 grandes armazéns, um na Montagem e outro na Ferragem, divididos nas seguintes zonas: "supermercado" de pequenas caixas, zonas de stock de contentores grandes e área de abastecimento de bases rolantes e ainda zonas de preparação de carrinhos ou caixas para serem entregues às linhas de montagem.

A entrega na linha é feita de 3 formas distintas: caixa-a-caixa em comboios de distribuição horários, em contentores transportados por uma base rolante ou então peças preparadas e sequenciadas unitariamente em carrinhos sincronizados com o fluxo de veículos na linha. Em todo este processo são usados meios de transporte 100% "verdes", já que a única fonte de energia utilizada é a elétrica.

O capítulo quinto inicia a fase prática do projeto que, inicialmente, se centrou na linha de mecânica, mais propriamente na linha de aranhas onde se explica neste capítulo, todo o trabalho levado a cabo para o alcance dos objetivos propostos e resolução do problema. Foi feita inicialmente uma pequena introdução a alguns conceitos utilizados na empresa, de forma a clarificar o procedimento e posteriormente detalhado todo o processo.





## **CAPÍTULO V – LINHA DE ARANHAS**

A linha de mecânica-M2 é a linha de produção da secção da montagem com Rendimento Operacional mais baixo, rondando os 67%, sendo que o rendimento operacional medido no ponto de saída da montagem é de aproximadamente 98,5% e que as linhas adjacentes têm um modo de funcionamento e transporte muito eficientes, torna-se evidente que a linha M2 – Mecânica é um ponto da instalação que se torna importante estudar para que a Montagem possa elevar ainda mais o seu desempenho global.

Para atingir o objetivo proposto de aumento do RO de 10%, foi, necessário efetuar uma primeira observação do funcionamento da linha de produção de mecânica – M2. Nesta linha, verificou-se que existe um número significativo de erros e avarias que a própria natureza do processo origina pois existem erros e anomalias que afetam o funcionamento da linha diariamente, como, por exemplo:

- Número elevado de erros de apertos (devido também ao facto de existirem mais de 600 apertos por carro, ao longo do processo de montagem);
- Avarias/anomalias nos meios de transporte da linha (avarias de aranhas).

Foi realizada uma análise inicial da linha e foi possível conhecer os meios estruturantes da mesma, os meios de gestão e controlo da linha, os meios de medição de paragens na linha, as condições de paragem nos postos, as avarias e os problemas frequentes. Foi então elaborada uma pequena tabela-síntese dos problemas mais frequentes (Tabela 3).

Para controlo dos problemas presentes na linha existem ferramentas que apoiam o seguimento de anomalias na instalação. Uma das várias ferramentas de gestão e controlo da linha e da produção é um software interno que possibilita a extração de dados de paragem dos meios de encravamento de linha presentes nos postos chamado “AndonEXP”. Esta aplicação foi encontrada num estado não fiável, pois havia muitos erros na forma como estavam a ser contabilizadas paragens e acionamento de meios e havia ainda dados em falta.

Verificou-se desde cedo que esta ferramenta necessitaria de bastantes melhorias e correções devido ao facto de se tratar de uma ferramenta com elevado potencial para apoiar a deteção de problemas na linha.

**Tabela 3 – Identificação inicial de problemas.**

Problema	Causa	Localização
Falta de sincronismo no funcionamento da linha (existe tempo de espera das aranhas, consoante os atrasos que existem nas operações nos postos anteriores)	Atraso nos postos anteriores	Maioria dos postos
Ultrapassar o tempo de ciclo nos postos	Acionamento de meios que impedem o transporte para o posto seguinte	Postos com meios de encravamento de linha
	Avaria de meios / apertos mal realizados	Vários postos
Acionamento de meios que impedem o transporte para o posto seguinte	Tempo de ciclo insuficiente / Posto com demasiadas operações	Vários postos
Em postos que existe passagem de logística entre o posto N e posto N+1	Passagem de carros de logística, deteção de obstáculos pelos sensores	3 locais de passagem das aranhas pela pista de logística
Tempo de espera por meio automatizado de transporte no posto	Atraso na linha paralela de produção de órgãos motores e avarias no sistema de transporte	Um posto
Tempo de espera por meio automatizado de transporte no posto	Avaria/anomalia no meio de transporte automatizado	Um posto

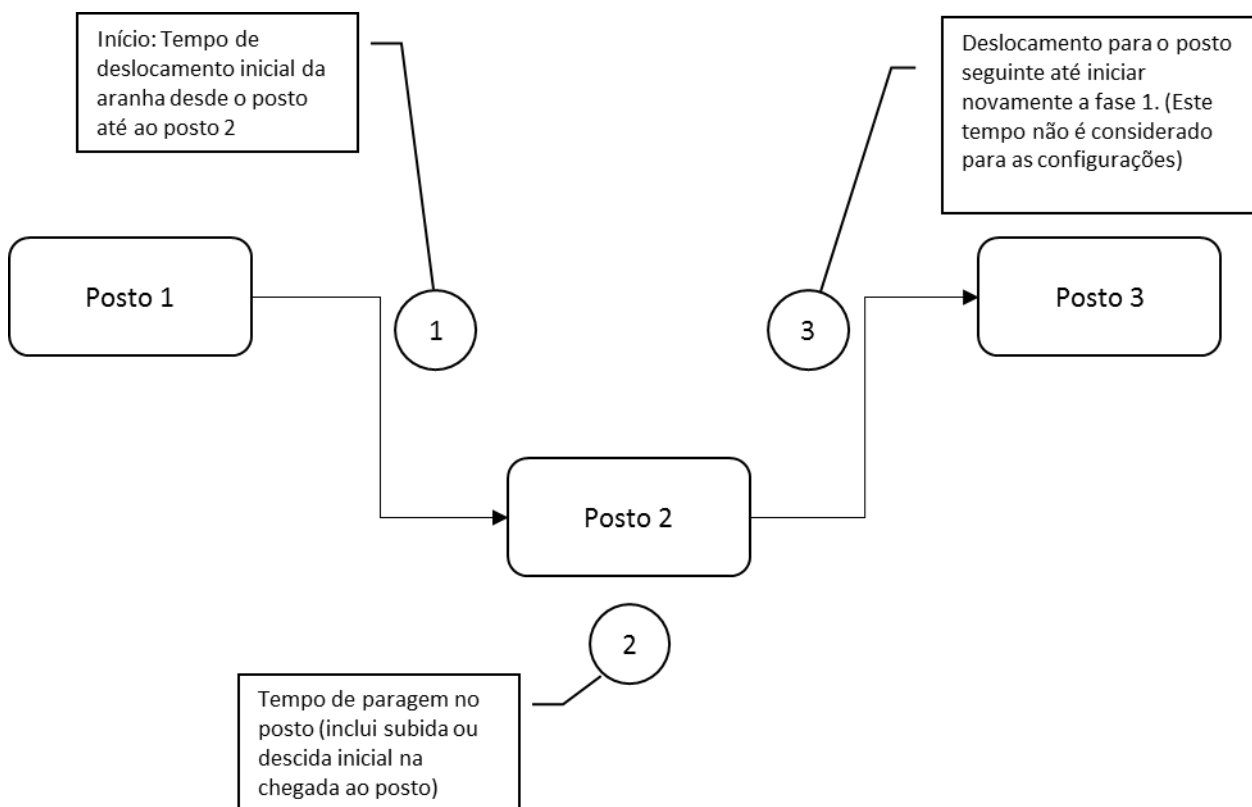
Para detalhar melhor o desenvolvimento do projeto foi necessário fazer uma breve contextualização do meio, para introduzir os conceitos utilizados na empresa de forma a que possa ser facilitada a compreensão das ações levadas a cabo. Isto deve-se à diferença detetada entre a definição teórica de tempo de ciclo e a definição de “tempo de ciclo” no painel de configurações da linha de aranhas.

## 5.1. TEMPO DE CICLO – PARAMETRIZAÇÃO

Para melhor compreensão acerca do funcionamento da linha de aranhas e da forma como está configurado o sistema é necessário explicar como é, no contexto da empresa, definido o tempo de ciclo.

Através do exemplo da Figura 14 verifica-se que o Tempo de Ciclo pode ser dividido nas seguintes fases:

- ❖ Fase 1: Deslocamento da aranha a partir do posto 1 até ao posto 2;
- ❖ Fase 2: Tempo de paragem no posto 2;
- ❖ Fase 3: Deslocamento do posto 2 para o posto 3 até iniciar nova fase 1;



**Figura 14 – Exemplo cálculo do tempo de ciclo Posto 2.**

É necessário compreender que, para a parametrização da linha, existem 2 tipos de *input* manual do utilizador: primeiro, um parâmetro chamado “Tempo de Ciclo Linha” e em segundo, os vários parâmetros individuais para cada posto. Estes parâmetros individuais determinam o tempo de paragem no posto. O parâmetro individual para cada posto, teoricamente, seria igual ao tempo de deslocamento da aranha para o posto.

O tempo de paragem da aranha no posto é dado pela diferença entre o “Tempo de Ciclo Linha” e o parâmetro individual do posto, um exemplo prático seria:

Suponhamos que o Tempo de Ciclo Linha = 240 e o parâmetro do posto = 40, então, a aranha vai estar parada 200 segundos e o sistema vai assumir que 40 segundos são para deslocamento da aranha, porém os 40 segundos não correspondem, obrigatoriamente, ao tempo de deslocamento da aranha, pois é apenas um valor introduzido manualmente.

## 5.2. RENDIMENTO OPERACIONAL - RO

O RO consiste numa relação entre a produção real e a capacidade de produção da instalação. Sendo que: Produção real – produção que efetivamente foi realizada; Potencial de produção – quantidade de produção que a instalação possibilita numa unidade de tempo.

1.  $Rendimento\ Operacional = \frac{Produção\ Real}{Potencial\ de\ Produção}$
2.  $Potencial\ de\ produção = \frac{Tempo\ disponível\ para\ Produção}{Tempo\ de\ Ciclo}$
3. O Rendimento Operacional Geral da Montagem é calculado utilizando o potencial de produção descrito na Tabela 4:

**Tabela 4 – Cálculo do Potencial de produção geral da Montagem.**

Tempo total/turno (min)	Não Produção (min)	Tempo de produção/turno (min)	Tempo produção diário 2 turnos (min)	Tempo de Ciclo (min)	Potencial de Produção (carros)
480	30 – Refeição	444	888	4	222
	5 – Intervalo				
	1 – Minuto TPM				

Na Tabela 5 são enunciados os tempos de não produção programados, todo o tempo de não produção que não coincida com este horário é considerado tempo de não produção não programado, ambos importantes para o cálculo do RO.

**Tabela 5 - Tempo de Não Produção programado**

Tempo de Não Produção programado	Manhã	Tarde
Minuto TPM	7:00 – 7:01	15:00 – 15:01
Intervalo 5 minutos	8:25 – 8:30	16:25 – 16:30
Refeição	10:55 – 11:25	19:40 – 20:10

O tempo de não produção programado também é tido em consideração para o cálculo do potencial de produção da linha, assim como as alterações da velocidade de linha.

$$❖ \text{ Takt Time} = \frac{\text{Tempo disponível para produção}}{\text{Cadência de Produção Desejada}}$$

$$❖ \text{ Takt Time (minutos)} = \frac{480 - (30 - 5 - 1)}{111} = 4 \text{ min}$$

O *Takt Time* ponderado com o rendimento operacional do departamento de montagem permite-nos obter o *Target Cycle Time* ou *TcT*. Sabendo que o Rendimento Operacional Global do departamento de Montagem é de 98,5%, então:

$$❖ \text{ Target Cycle Time} = 4 * 98,5\% = 3,94 \text{ min}$$

Através do seguimento do RO de hora em hora somos capazes de aglomerar os valores e conseguir um valor do RO mais próximo do real, utilizando a média dos RO's horários calculados.

$$❖ \text{ Rendimento Operacional por Hora} = \frac{\text{Produção Real por hora (carros/hora)}}{\text{Potencial de produção por hora (carros/hora)}} \times 100$$

$$❖ \text{ Potencial de produção por hora} = \frac{\text{Tempo de produção hora}}{\text{Tempo de ciclo hora}}$$

Através do registo deste seguimento horário conseguimos, no final de um dia de produção, calcular o valor médio do RO da seguinte forma:

$$❖ \text{ Rendimento Operacional médio} = \sum^n \frac{\text{Rendimento Operacional por hora}}{n}, \text{ onde}$$

$$❖ n = \text{número de horas de produção}$$

Foi interessante realizar o seguimento do Rendimento Operacional da linha de mecânica – M2 para avaliar o desempenho do projeto pois o potencial de produção da linha revelou ser, inicialmente, muito variável devido ao facto de ser alterado com frequência o tempo de ciclo da linha de aranhas. Estas alterações frequentes ocorriam devido a atrasos de produção causados por problemas anteriormente identificados na Tabela 3, aos quais os RU's tentavam recuperar, baixando o tempo de ciclo da linha para aumentar a cadência de produção.

Para aproximar o cálculo do RO ao real, decidiu-se que o potencial de produção para a linha de mecânica – M2 seria calculado horariamente.

**Tabela 6 – Tabela-exemplo de cálculo horário do Rendimento Operacional de um dia de produção da linha de mecânica - M2.**

Hora	Produção A=nº carros produzidos	Tempo de Ciclo Aranhas (segundos/carro) W, X, Y, Z =valores do tempo de ciclo	Tempo de produção (minutos)	Potencial de Produção (carros/hora) PdP = nº carros por hora Nota: é necessário efetuar a conversão para segundos!	Rendimento Operacional (x100)
7 – 8	A	X	59	PdP=59*60/X	RO <sub>7-8</sub> =A/PdP
8 – 9	A	X	55	PdP=55*60/X	RO <sub>8-9</sub> =A/PdP
9 – 10	A	X	60	PdP=60*60/X	RO <sub>9-10</sub> =A/PdP
10 – 11	A	X	55	PdP=55*60/X	RO <sub>10-11</sub> =A/PdP
11 – 12	A	X	35	PdP=35*60/X	RO <sub>11-12</sub> =A/PdP
12 – 13	A	X	60	PdP=60*60/X	RO <sub>12-13</sub> =A/PdP
13 – 14	A	X	60	PdP=60*60/X	RO <sub>13-14</sub> =A/PdP
14 – 15	A	Y	60	PdP=60*60/Y	RO <sub>14-15</sub> =A/PdP
15 – 16	A	Y	59	PdP=59*60/Y	RO <sub>15-16</sub> =A/PdP
16 – 17	A	Y	55	PdP=55*60/Y	RO <sub>16-17</sub> =A/PdP
17 – 18	A	Y	60	PdP=60*60/Y	RO <sub>17-18</sub> =A/PdP
18 – 19	A	W	60	PdP=60*60/W	RO <sub>18-19</sub> =A/PdP
19 – 20	A	W	40	PdP=40*60/W	RO <sub>19-20</sub> =A/PdP
20 – 21	A	W	50	PdP=50*60/W	RO <sub>20-21</sub> =A/PdP
21 – 22	A	20min W + 40min Z	60	PdP=(20*60/W) +(40*60/Z)	RO <sub>21-22</sub> =A/PdP
22 – 23	A	Z	60	PdP=60*60/Z	RO <sub>22-23</sub> =A/PdP
Média de Rendimento Operacional:					Manhã
					Tarde
					$\overline{RO}_{7-15}$
					$\overline{RO}_{15-23}$

O cálculo do potencial de produção é então realizado da seguinte forma, fazendo, como habitual, a conversão para segundos:

$$\text{Potencial de Produção} = \frac{20 \times 60}{W} + \frac{40 \times 60}{Z}$$

Na Tabela 6 está representado um exemplo de alteração do tempo de ciclo da linha entre as 21h e as 22h, neste caso, para calcular o potencial de produção o mais corretamente possível, é parcelado o cálculo para cada janela de tempo, e temos então, por exemplo: das 21:00 às 21:20 tempo de ciclo = W e das 21:20 às 22:00 tempo de ciclo = Z. A soma das parcelas permite calcular com maior exatidão o potencial de produção.

### 5.3. MEDIÇÃO DO TEMPO DE DESLOCAMENTO DAS ARANHAS PARA OS POSTOS

Ao observar os tempos introduzidos no “Panel View” e, através de uma observação inicial aos tempos de deslocamento das aranhas nos postos, verificou-se que os tempos deste deslocamento configurados no “Panel View” não correspondiam à realidade. Foi desde então decidido que se realizaria um estudo de medição dos tempos de deslocamento, subida, descida e paragem das aranhas nos postos. Este passo foi necessário para estabelecer uma base de comparação dos tempos reais com os parametrizados no “Panel View”.

Realizou-se então a medição os tempos de deslocamento das aranhas, assim como do tempo de paragem nos postos, tendo alguns cuidados pois existiram fatores que podiam perturbar as medições.

Antes da realização das medições foi observado que existiam condições com potencial para perturbar as medições reais dos tempos de paragem nos postos, assim como do deslocamento das aranhas, nomeadamente:

- A interferência que existe entre aranhas aquando do seu deslocamento pois, como referido anteriormente, estas têm um sistema de segurança que impede que colidam umas com as outras, detetando a presença de uma aranha à sua frente e reduzindo a sua velocidade para uma velocidade inferior que impede a colisão – aumenta o tempo de deslocamento (numa situação ideal não existe interferência entre aranhas);
- As aranhas só iniciam o seu deslocamento para o posto seguinte quando o posto estiver livre (não existir aranha nesse posto) ou se a aranha em frente já tiver iniciado o deslocamento de saída desse posto.

Esta última condição, por vezes, torna difícil a medição do tempo de paragem no posto porque não existe nenhum sinal, de qualquer tipo, que transmita ao observador a informação de que o tempo parametrizado acabou. É possível, por exemplo, estar a contabilizar, erradamente, tempo de paragem excessivo, quando, na realidade, se trata de um caso em que a aranha só não avança para o posto seguinte porque o posto seguinte está ocupado por uma aranha. Por esta razão, foi necessário garantir que o posto em frente estava livre e que não havia nenhum meio de encravamento de linha ativo.

Para efetuar a medição do tempo real de paragem no posto foi necessário solicitar ao monitor para ajudar o operador do posto a realizar as operações dentro do tempo de ciclo parametrizado, pois nestes casos o tempo estabelecido revelou ser muito insuficiente para a concretização das operações. Em alguns casos, foi ainda preciso solicitar a outro monitor para ajudar no posto n+1 para que o posto ficasse livre.

Apenas desta forma se tornou possível controlar estas variáveis e obter os tempos corretos de deslocamento e paragem das aranhas em cada posto para comparar mais aprofundadamente com os valores do “Panel View”. Na Tabela 7 encontram-se os tempos obtidos para os deslocamentos médios das aranhas (Anexo 2), acompanhados do respetivo parâmetro inicialmente presente no “Panel View”, e do tempo de paragem no posto.

**Tabela 7 - Deslocamento das aranhas nos postos e tempo de paragem.**

Posto	Deslocamento Real Médio	Tempo de ciclo "Panel View"	Deslocamento presente no "Panel View"	Tempo de paragem no posto
01	Posto Automático	160	-	-
02	28		40	120
03	Posto Manual		-	-
04	36		20	140
05	33		25	135
06	43		50	110
07	35		20	140
08	33		0	160
09	69		75	85
10	69		35	125
11	47		30	130
12	Posto Automático		-	-
13	Posto Automático		138	-
14	35		20	140
15	40		0	160
16	63		0	160
17	Posto Automático		-	-
18	Posto Manual		-	-
19	67		35	125

A suspeita inicial de que os valores indicados no painel não correspondiam ao deslocamento real das aranhas foi confirmada e no fim do estudo concluiu-se que os parâmetros de inserção manual do "Panel View" têm o seguinte significado:

- **"Tempo de ciclo linha"** – Esta configuração de tempo de ciclo engloba o tempo de deslocamento inicial da aranha até chegar ao posto mais o tempo de paragem no posto;
- **"Parâmetros dos postos"** – este valor tem como objetivo fazer o desconto manual do tempo de deslocamento das aranhas até aos postos;
- O tempo que as aranhas estão paradas nos postos é dado pela diferença entre o parâmetro de "tempo de ciclo linha" e o "parâmetro do posto".

Depois de compreender o funcionamento dos parâmetros, os deslocamentos das aranhas e após serem realizadas as medições reais e obtidos os tempos reais, avançou-se para a fase seguinte do projeto que seria a reprogramação de todo o circuito de aranhas.



#### 5.4. REPROGRAMAÇÃO DO “PANEL VIEW” E ACOMPANHAMENTO DAS MEDIDAS IMPLEMENTADAS

Após a obtenção das medições dos tempos reais do deslocamento das aranhas, foi necessário decidir o tempo de ciclo que seria pretendido para programar a linha.

Foi decidido, em reunião com os responsáveis de produção (Figura 15), que contribuíram com a sua experiência e conhecimento das linhas de montagem, que o tempo de ciclo a programar para a linha seria de 215 segundos. Este é um aumento considerável do tempo de ciclo da linha que anteriormente se situava nos 160 segundos. No entanto, foi consensual entre todos os responsáveis que a linha estaria programada numa velocidade claramente excessiva que não era cumprida e que, ao aumentar o tempo de ciclo, não iriam ocorrer perdas de produção.



**Figura 15 - Apresentação da proposta de parametrização aos responsáveis de produção.**

Tendo em conta que o tempo de ciclo da montagem é 240 segundos (medido à saída da montagem) – a decisão de programar a linha para 215 segundos permite a existência de alguma folga de tempo, de forma a garantir que a última linha de produção da montagem nunca fique parada devido à falta de carros. Esta diferença de tempo para o tempo de ciclo geral da Montagem, é necessária para permitir absorver o tempo perdido em resolução de anomalias, avarias e paragens de linha que poderão ocorrer sem que seja afetada imediatamente a produção.

Posto isto, procedeu-se da seguinte forma: colocou-se o parâmetro “tempo de ciclo de linha” introduzido no “Panel View” em 232 segundos, mas na realidade, através da parametrização dos postos seria parametrizado um tempo de ciclo de 215 segundos igual em todos os postos.

Esta seria teoricamente uma alteração de elevado risco pois iria envolver muito mais tempo desperdiçado nos postos e consequentemente perda de produção. De notar, porém que os postos não estavam balanceados para o tempo de ciclo da linha (inicialmente 160 segundos), mas sim para um tempo de ciclo ligeiramente inferior ao da montagem (200 segundos, em média). Assim, o ciclo

estabelecido para a linha nunca era cumprido pois as operações nos postos implicavam à ativação dos meios de encravamento de linha e só quando as operações fossem finalizadas é que seriam retirados pantógrafos, manipuladores, mangueiras de enchimento e outros meios de encravamento de linha. Ou seja, os 160 segundos eram sempre excedidos e, na realidade, o tempo de ciclo era mais alto. Isto significa que poderíamos intervir na linha, com a segurança de que não iria ocorrer algum impacto negativo na produção.

Com o maior tempo de ciclo aumentou ligeiramente o tempo disponível para operações nos postos. O facto de haver maior disponibilidade para os operadores realizarem as operações nos postos tem como principais benefícios:

- A redução da componente de “stress” causado pela pressão constante imposta pelo tempo de ciclo insuficiente da linha – sensação constante de atraso;
- Redução de riscos de segurança;
- Melhoria da qualidade das operações;
- Melhoria do clima social entre operadores da linha;
- Melhoria da fluidez da produção.

Para calcular os parâmetros a introduzir nos postos apresenta-se uma tabela no Anexo 2. É interessante notar que os postos 09, 10, 16 e 19 têm operações em andamento e que existem postos que têm um funcionamento automático ou manual, ou seja, não dependem da parametrização.

Com estes parâmetros, somando o tempo real de deslocamento e o tempo que a aranha irá parar no posto (Tempo de ciclo – parâmetro do posto) podemos confirmar que todos os postos cumprem um tempo de ciclo efetivo de 215 segundos.

Esta proposta foi apresentada numa reunião com os responsáveis de produção e foi aceite e implementada no dia 17 de novembro de 2016.

De forma a avaliar a eficácia da medida implementada foi utilizado o indicador do Rendimento Operacional, que foi acompanhado desde o início do projeto. Pode-se observar no gráfico da Figura 16 a evolução do RO face ao objetivo proposto pela empresa que era obter um aumento de 10% no rendimento operacional, ou seja, estando o RO inicial ligeiramente abaixo de 70% o objetivo seria atingir valores acima de 80%.

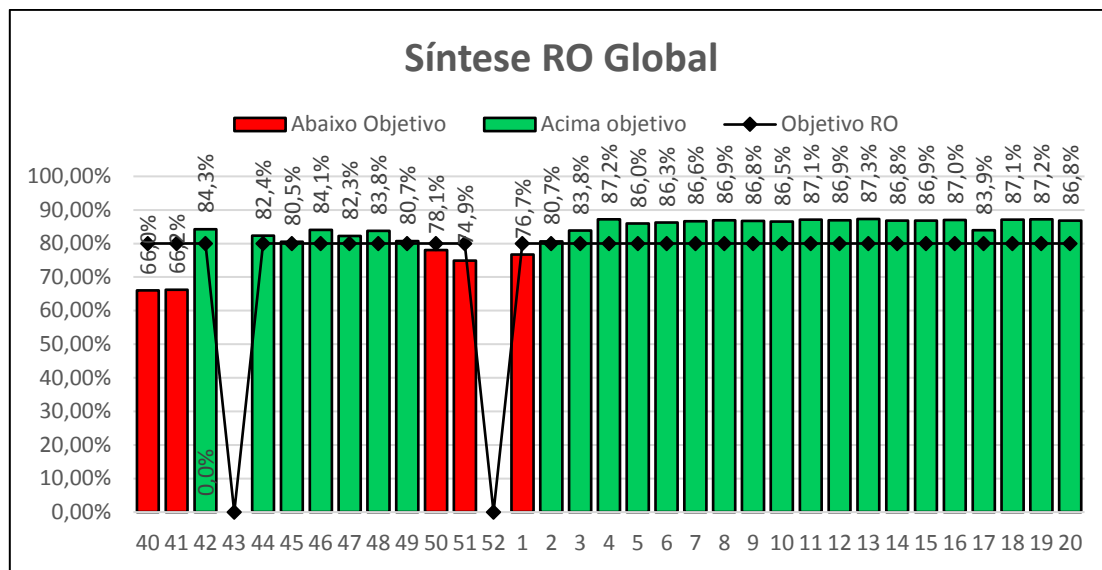


Figura 16 - Evolução do Rendimento Operacional da linha de mecânica.

Observando o gráfico é possível confirmar que o RO inicial e antes da reprogramação do “Panel View” era de cerca de 66%, estando muito abaixo dos níveis desejados para este indicador. Após a parametrização decorrida na semana 42 de 2016 foi notória a diferença no RO, verificando-se um aumento em quase 20% face aos valores iniciais. Verifica-se que os resultados se mantiveram constantes e acima do objetivo até à semana 49, sendo que nas últimas semanas do ano e também na primeira semana de 2017 o RO esteve abaixo do nível desejado. Este fenómeno é explicado por dois fatores determinantes:

1. A velocidade de linha nas semanas 50 e 51 foi alterada diariamente pelos responsáveis da linha, com receio de que ocorressem perdas de produção, ou seja, procediam à redução do tempo de ciclo da linha;
2. Nas semanas 50 os responsáveis da linha mudaram e entraram novos responsáveis que, devido à inexperiência com a linha a que foram destacados, procederam à redução do tempo de ciclo, também com receio de não atingirem os objetivos diários de produção.

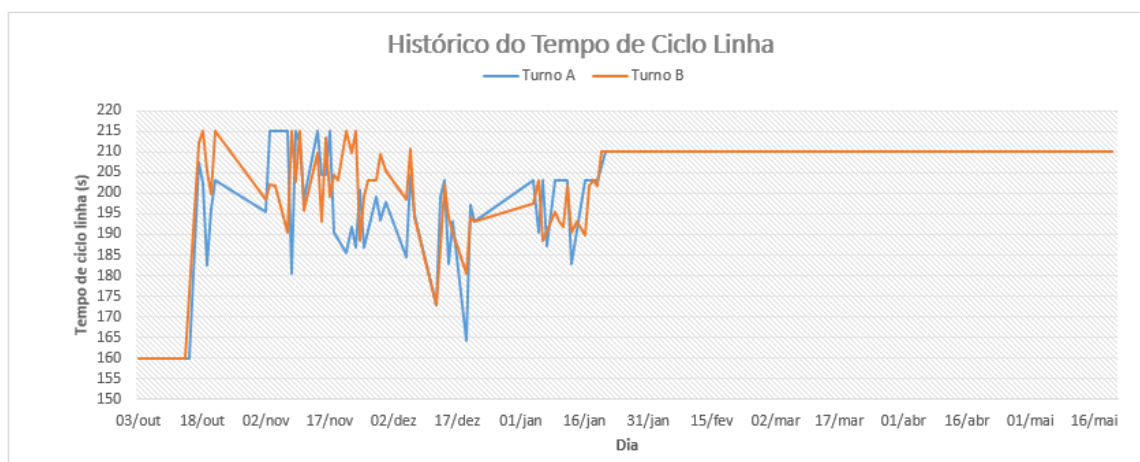


Figura 17 - Seguimento do Tempo de ciclo de linha do “Panel View”.

Estes factos comprovaram-se através do gráfico seguimento que foi feito do parâmetro relativo ao tempo de ciclo da linha do “Panel View” (Figura 17). Observa-se que inicialmente houve alguma instabilidade e que o tempo de ciclo foi alterado várias vezes, sendo que os valores mais baixos do tempo de ciclo ficaram registados no fim do ano, em Dezembro de 2016, o que se refletiu também no valor do RO, como anteriormente referido. É de notar que no fim de Janeiro foi feita uma nova reprogramação para o tempo de ciclo de 210 segundos e foi feito um compromisso entre todos os responsáveis de linha que deixariam de alterar a parametrização do “Panel View”.

## 5.5. MELHORIAS NA EXPLORAÇÃO DE DADOS

Para poder realizar observações acerca da disponibilidade nos postos e começar a estudar possibilidades de balanceamento, é importante ter ferramentas que nos possam fornecer dados fiáveis em que possa ser sustentado um estudo de disponibilidade para posterior balanceamento de postos.

Inicialmente, verificou-se que, no cálculo do Rendimento Operacional, havia condições que afetavam o valor final do RO. Uma destas condições era a velocidade de linha do circuito de aranhas. Esta era uma variável sobre a qual não havia controlo e da qual não era feito qualquer registo. Outra condição que afeta o RO é o número de paragens que existem na linha pois as paragens afetam diretamente a produção real de carros.

---

### 5.5.1. HISTÓRICO DO TEMPO DE CICLO LINHA

De forma a compreender melhor em que alturas era alterado o tempo de ciclo da linha, tornou-se necessário criar um registo histórico do parâmetro do “Panel View” - “Tempo de ciclo da linha”. Foi então criado um pedido à equipa de informática para que fosse implementada esta funcionalidade no software de seguimento de produção da empresa. Este passo foi importante para conseguir calcular corretamente o Rendimento Operacional, pois possibilitou identificar as várias alterações deste parâmetro que afeta diretamente o tempo de ciclo nos postos e o cálculo do potencial de produção que é utilizado para o Rendimento Operacional.

---

### 5.5.2. CORREÇÕES NOS MEIOS DE MEDIÇÃO DE PARAGENS NA LINHA

O “AndonExp” é uma ferramenta de medição de paragens na linha de mecânica. O Andon é um sistema utilizado na linha para o operador solicitar ajuda sempre que necessário, para o fazer deverá puxar uma corda que está localizada adequadamente dentro da zona do seu posto de trabalho. A aplicação regista todas as chamadas de Andon realizadas pelos operadores e permite saber quando, durante quanto tempo e onde (em que posto) foi acionado o Andon na linha. A ferramenta produz também informação acerca dos meios de encravamento de linha pois é capaz de medir, utilizando os tempos do “Panel View”, quando é que um meio está ativo depois de ter finalizado o tempo de ciclo, ou seja, a impedir o avanço da aranha para o posto seguinte.

Desde cedo verificou-se que esta ferramenta teria grande potencial para apoiar o projeto, pois permitiria detetar quais, dos meios de encravamento de linha presentes nos postos, excedem mais vezes o tempo de ciclo. Verificou-se, contudo, que as medições efetuadas pela ferramenta estavam significativamente incorretas e, em certos casos havia, inclusive, falta de dados, pelo que se identificou, desde o primeiro contacto com a ferramenta, a necessidade de se fazerem correções e melhorias no software.

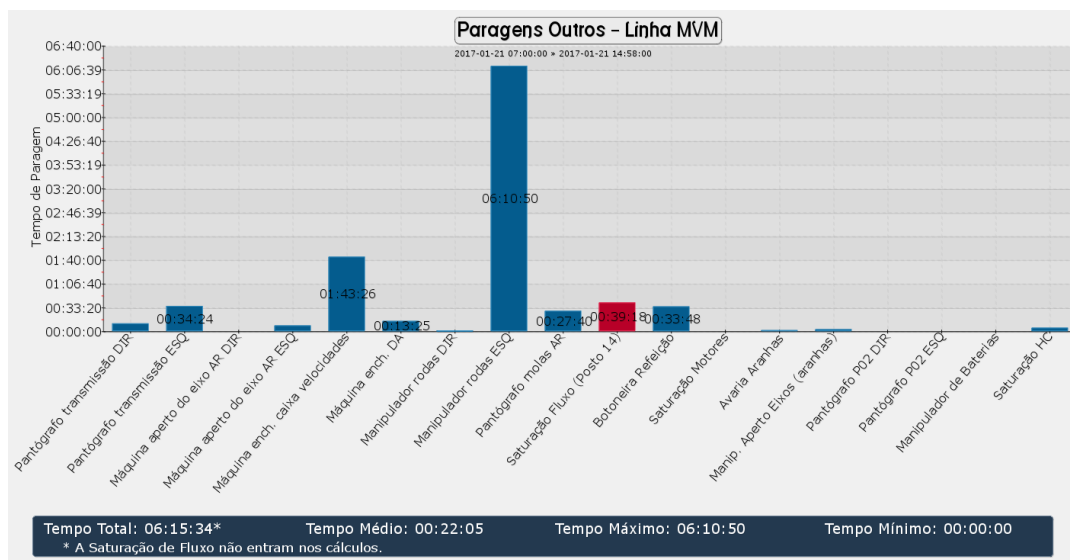


Figura 18 - Estado inicial AndonEXP.

Como é possível observar na Figura 18 as paragens calculadas assumem valores sem sentido (um posto tem paragens de 6 horas), pois estão a ser inflacionadas devido ao tempo de ciclo da linha ser significativamente insuficiente para serem realizadas todas as operações ou porque a contagem estaria simplesmente a funcionar incorretamente. Foram então realizadas algumas correções ao software, com a colaboração da equipa de informática para tornar os dados, no mínimo, exploráveis (Figura 19).

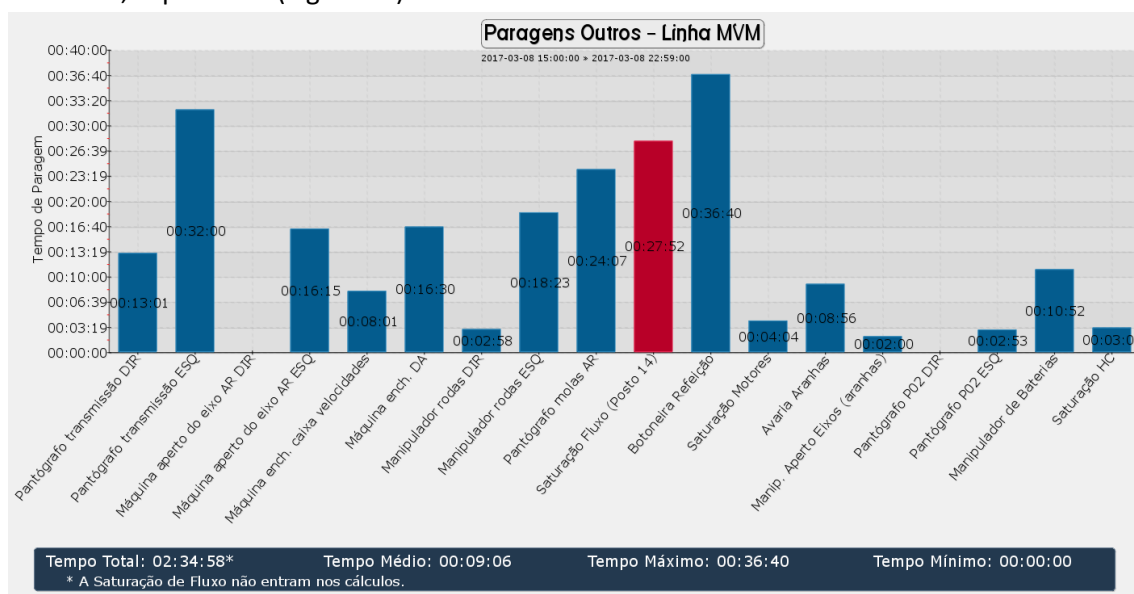
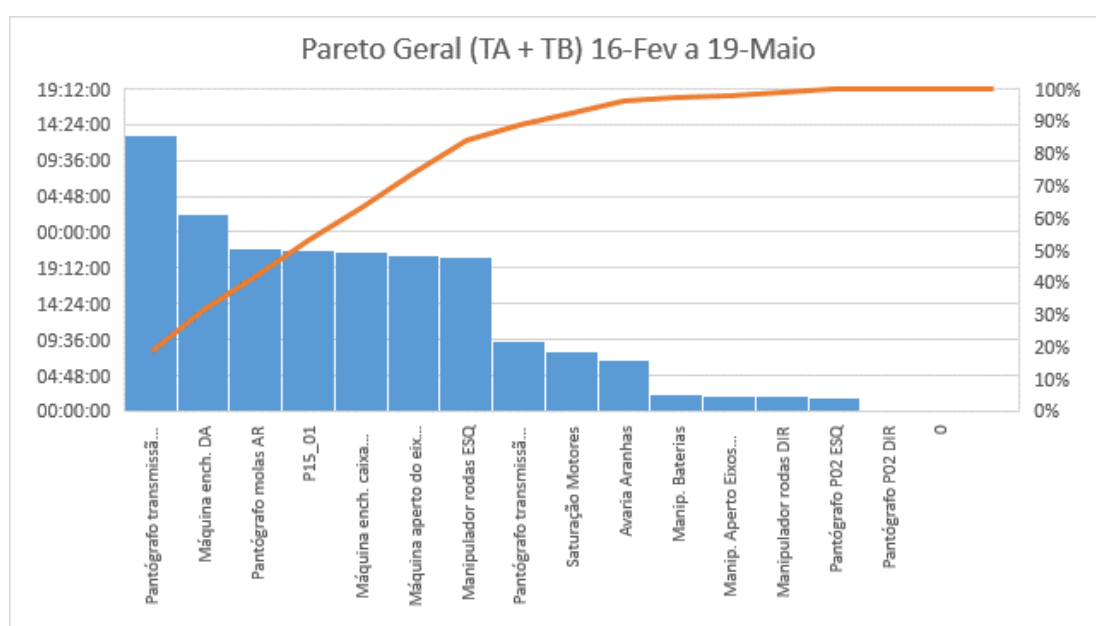


Figura 19 - Estado Final AndonEXP.

Atualmente a aplicação encontra-se em condições significativamente melhores, sendo capaz de produzir dados que, embora ainda não correspondentes ao real, possibilitam uma exploração dos mesmos pois reduziram-se todos os fatores que influenciavam as medidas.

Neste momento a única limitação do software é a sua ligação diretamente ao “Panel View” que configura a linha a um tempo de ciclo ligeiramente abaixo do tempo necessário para as operações. Portanto, os valores podem estar a ser registados mais altos do que realmente seriam numa situação ideal, mas permitem identificar postos que induzem maior paragem na linha, de forma fiável.

Com a correção do tempo de ciclo e com as melhorias conseguidas nesta ferramenta tornou-se possível pegar numa amostra de dados históricos e elaborar um diagrama de Pareto para avaliar quais os meios que causam maiores paragens na linha (Figura 20).



**Figura 20 - Diagrama de Pareto das paragens de meios combinado dos turnos A e B.**

É possível observar neste Diagrama de Pareto que as paragens de linha ocorrem maioritariamente no “Pantógrafo transmissão ESQ” na “Máquina de enchimento DA” e no “Pantógrafo molas AR”. A causa da deteção dos elevados tempos de paragem nestes postos está diretamente relacionada com a cronologia seguida pelos operadores pois, frequentemente, realizam as operações com meios de encravamento de linha tais como o “Pantógrafo transmissão ESQ” e a “Máquina de enchimento DA” apenas no final da sua cronologia, embora, em certos casos não esteja definido como tal. A razão pela qual o fazem é para, em caso de atraso durante o seu processo, conseguirem assegurar-se de que realizam todas as suas operações antes de avançar a aranha para o próximo posto. Uma sugestão para reduzir estas paragens seria realizar as operações que requerem estes meios no início ou a meio da cronologia, consoante as relações de precedência dos vários postos assim o permitirem, e caso necessitem de travar o avanço da aranha para o posto seguinte deverão acionar o botão de paragem de emergência ao invés de utilizar o meio designado para realizar operações no posto.

### 5.5.3. SUGESTÃO DE MELHORIA - PROJETO “SUPERVISOR DE ARANHAS”

Foi iniciado um projeto paralelo na empresa denominado de “Supervisor de Aranhas” que consiste na criação de uma rede de supervisão das aranhas que iria possibilitar a comunicação em tempo real com estas acedendo, através de um computador, à aplicação que com este projeto se pretendia criar. A informação que se pretendia extrair das aranhas apenas se encontrava disponível no “Panel View” e estaria codificada, ou seja, todos os alertas emitidos pelo sistema da linha de aranhas possuíam um código associado que requer a consulta de uma tabela e torna o processo de compreensão em tempo real muito exaustivo e inconveniente.

O projeto “Supervisor de Aranhas” tem como principais objetivos:

1. Conceber uma página que possibilite uma visão em tempo real da linha de aranhas;
2. Obter a identificação rápida e clara de avarias ou anomalias na linha de aranhas;
3. Criar registos e possibilitar a sua consulta ao nível de:
  - a. Avarias de aranhas;
  - b. Tempo de saturação causado por avarias de aranhas;
  - c. Tempo de saturação causado por meios de encravamento de linha (por exemplo, todos os pantógrafos e manipuladores na linha das aranhas).

O “Supervisor de Aranhas” seria extremamente interessante pois possibilitaria obter um registo das ocorrências de avarias, anomalias, paragens de linha por ser ultrapassado o tempo de ciclo nos postos e ainda a validação antecipada das aranhas. Estes dados seriam importantes para, de um ponto de vista de gestão da produção, adequar a carga de trabalho na linha pois, caso se verifique que um posto aciona a botão de emergência (tempo insuficiente), ou aciona a validação da aranha (tempo disponível) poderia apoiar a decisão de carregar um posto da linha com mais ou menos operações.

Estaria disponível ainda informação em tempo real sobre as avarias nas aranhas, o que poderia ter benefícios também para a equipa de manutenção, ao facilitar a deteção de problemas relacionados com as aranhas.

Infelizmente não foi possível ser concretizado o projeto do “Supervisor de Aranhas” ainda dentro da duração do projeto. É, no entanto, incluído neste relatório a interface idealizada para a aplicação informática “Supervisor de Aranhas”.



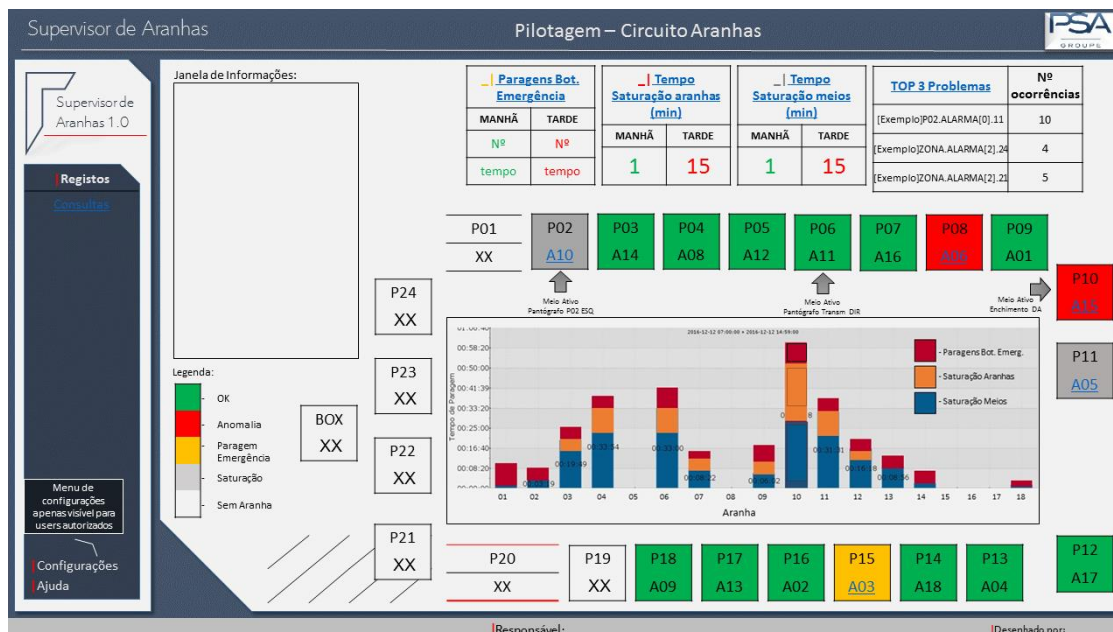


Figura 21 - Proposta de interface do Supervisor de Aranhas.

Na Figura 21 podemos observar a página principal da aplicação contendo a planificação do circuito de aranhas. Esta página permite a observação em tempo de real das ocorrências na linha, sendo possível identificar facilmente o número da aranha e o posto em que se encontra sendo ainda possível, através da formatação com cores, que o utilizador consiga facilmente distinguir o tipo de ocorrência no momento (avaria, meio de encravamento ativo, posto n+1 parado).

Ainda nesta página estão incluídos indicadores relevantes que foram acordados com os responsáveis de produção, manutenção e qualidade. Os indicadores considerados relevantes foram:

- **Tempo Saturação Aranhas (min)** – A saturação é medida quando a aranha do posto  $n$  tem condição de saída (finalizaram operações no posto e não há nada a impedir o avanço da aranha) mas não o pode fazer devido ao posto seguinte ( $n+1$ ) ainda não estar livre. O propósito deste indicador seria calcular o somatório da saturação causada por avaria de aranhas com divisão por turno (manhã e tarde) e ainda código de cor para saturação  $>$  tempo definido nas configurações. **Vermelho** se exceder tempo configurado (página de configurações), **Verde** na situação inversa;
- **Tempo Saturação Meios (min)** – somatório da saturação causada pelos meios de encravamento de linha, segue o mesmo esquema da tabela anterior, sendo o objetivo configurado na página de configurações;
- **Paragens Botão de Emergência** – mostra o número total de paragens no botão de emergência nos postos e o somatório do tempo de paragem com o botão de emergência acionado, sendo o objetivo definido na página de configurações;
- **TOP 3 Problemas – Aranhas** – serão mostradas as 3 avarias mais frequentes das aranhas.



A aplicação possui ainda uma página de consulta dos registos que cria uma exportação para Excel com todos os dados extraídos das aranhas acima mencionados e considerados relevantes para possibilitar uma exploração de dados mais personalizada e detalhada por parte do utilizador.

Encerrando o capítulo da parte prática relativa à linha de aranhas, verificou-se o alcance do objetivo de aumento do rendimento operacional da linha, assim como a obtenção de várias outras melhorias mencionadas na linha. É possível dizer, após a concretização do projeto na linha de aranhas que o rendimento operacional da mecânica aumentou em mais de 10% e que o indicador está estabilizado.

No capítulo sexto foi introduzida a fase prática na linha de preparação de motores, onde foi realizado um estudo mais aprofundado dos postos, utilizando metodologias de medição de tempos e avaliando o desempenho dos operadores da linha, com vista à obtenção dos tempos das suas operações para criar uma proposta de balanceamento da linha.



## CAPÍTULO VI – LINHA DE PREPARAÇÃO DE MOTORES

Como referenciado anteriormente, a linha de motores é uma linha de montagem composta por 5 postos (Figura 13) onde é feito o aprovisionamento do motor vindo de fornecedor externo e se procede à montagem dos componentes restantes tais como alternador, correia de distribuição e circuito elétrico do motor ou componentes opcionais como, por exemplo, o compressor de ar condicionado, ecrã acústico, etc.

A linha de motores funciona a uma velocidade constante, ao mesmo tempo de ciclo da linha principal de montagem e tem a particularidade de que todos os operadores realizam as operações em andamento (à exceção do primeiro posto), dada a configuração em “carrossel” da linha.

A motivação para realizar o balanceamento surge devido à preparação para o novo carro que irá entrar em produção em 2018. No novo carro a diversidade de motores irá ser bastante superior, pois irão entrar em produção várias motorizações diferentes.

Visto que os motores são fabricados externamente por um fornecedor é necessário que exista espaço para ter stock de todos os motores diferentes, o que irá implicar diretamente maiores deslocações do operador do posto MOT 1 e, conseqüentemente, este irá gastar mais tempo a desempenhar as suas funções. Ao perder mais tempo em deslocamentos, caso se mantenha a distribuição de operadores atual iria haver, seguramente, atrasos na produção que iriam, inclusive, afetar a linha principal, pois esta depende da preparação de motores para realizar a montagem dos órgãos mecânicos no chassis. É devido a este problema que surge a necessidade de encontrar uma solução através do balanceamento da linha.

A Figura 22 ilustra a implantação futura da linha de preparação de motores.

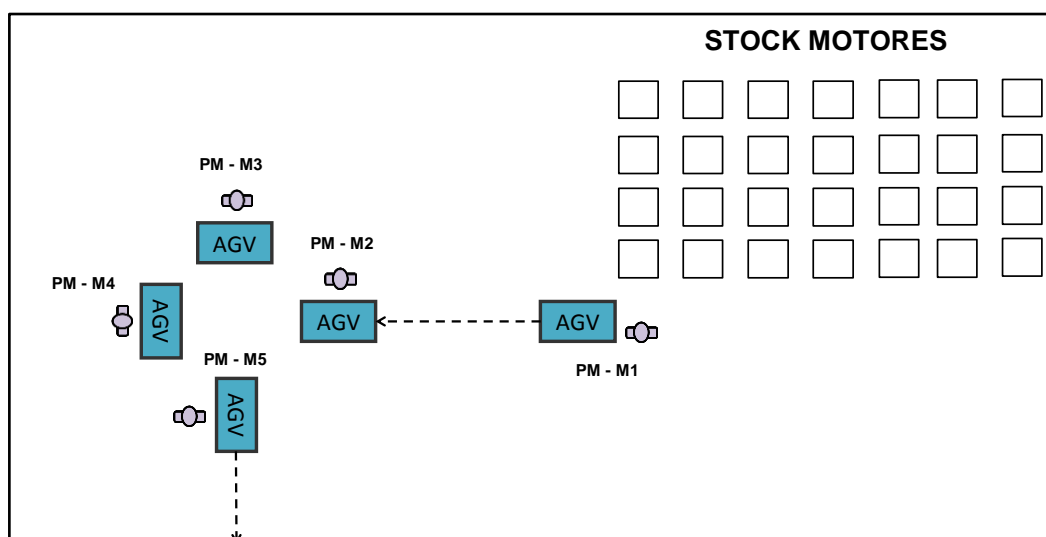


Figura 22 - Futura implantação da linha de preparação de motores.

Posto isto, verifica-se que o trabalho do operador do posto onde se realiza a operação de “picking do motor” (MOT 1 ou PM - M1) irá ser mais exigente pois, devido ao aumento da distância a percorrer pelo operador para aprovisionar os diferentes motores, este irá, necessariamente, gastar mais tempo na operação de aprovisionamento, ficando sem tempo para as restantes operações. Por este motivo, verificou-se que iria ser necessário reduzir as operações do posto 1

para que reste apenas o aprovisionamento do motor e acoplamento da caixa de velocidades, garantindo sempre as condições necessárias de segurança.

Nesta nova configuração da linha de preparação de motores os operadores não irão realizar as operações de preparação do motor em andamento, pois estarão no seu posto fixo a ser continuamente abastecidos por vários *Assistant Guided Vehicle* (AGV) que realizarão o transporte dos motores até aos postos.

Haverá também alterações ao nível da disposição das ferramentas de trabalho dos operadores pois os novos postos irão ter as ferramentas suspensas e estrategicamente localizadas para a sequência de operações a realizar. Esta nova disposição irá reduzir significativamente o tempo total de operações pois todos os deslocamentos necessários na configuração atual da linha não serão realizados, o que irá implicar uma redução do tempo desperdiçado em deslocamentos para aprovisionar ferramentas.

### 6.1. OBJETIVO

O objetivo do balanceamento da linha de preparação de motores é claro: apresentar uma solução que satisfaça as condições do processo produtivo do novo modelo a entrar em produção em 2018. Ou seja, reduzir ao máximo as operações do primeiro posto, de forma a que seja possível reafectar o operador a uma outra função isolada de *picking* de motor.

Para abordar este problema decidiu-se adotar uma metodologia que garantisse que o balanceamento iria ser realizado da forma adequada, sendo todas as escolhas e decisões tomadas com o apoio em dados factuais e observações relevantes como a performance do operador e boas-práticas tanto ao nível de riscos de segurança como de riscos de degradação de aspeto ou funcionalidade de componentes.

Para obter a solução de balanceamento foi necessário fazer medição dos tempos das tarefas dos operadores, de forma a garantir que os dados utilizados para o balanceamento são corretos. Assim, foram observados os cinco postos da linha de preparação de motores, um operador por turno. Ao longo da medição dos operadores foi-se, simultaneamente, observando algumas questões relativamente à ergonomia do operador no posto, riscos de segurança, aspetos de qualidade ou melhorias a realizar nos postos.

Para efetuar a medição do trabalho foram consideradas duas metodologias: a metodologia da empresa e a metodologia abordada no capítulo de enquadramento teórico recomendada por Stevenson (2012) para medição de trabalho.

## 6.2. MÉTODO CPMG – MEDIÇÃO DO TRABALHO

No CPMG é utilizada uma metodologia de medição de trabalho e formação de *standards* que é denominada de *Standardized Work* ou *SW*.

O propósito final do *SW* é a criação de *standards* de trabalho para os operadores da linha de montagem ou, no caso de já existirem *standards* definidos, o *SW* tem também como objetivo a alteração e atualização dos *standards* atuais, com o objetivo de melhorar continuamente o processo produtivo da empresa. O *SW* atravessa várias fases e compreende as seguintes temáticas: observação e levantamento de informação dos postos a trabalhar, medição do tempo das operações, avaliação de ergonomia e segurança de trabalho, avaliação de aspetos de qualidade, comparação entre operadores dos mesmos postos, decisão das alterações a realizar e das boas práticas a estandardizar e criação de documentação de *standard*.

As fases da medição do trabalho utilizando a metodologia PSA foram as seguintes:

- ❖ Escolha do posto e dos modelos a analisar, propor objetivos a alcançar, questionar colaborador sobre as dificuldades encontradas na realização do *standard* e informar que se irá fazer a medição do seu posto;
- ❖ Confirmação do *Takt-Time* ( $TT = 240s$ ) e *Target Cycle Time* (Tempo de ciclo tendo em conta o Rendimento Operacional  $TcT = 240 * 98,5\% = 236,4$ );
- ❖ Escrever a cronologia do posto por cada modelo a analisar, definindo as fases adequadamente (uma fase não deve ultrapassar os 50s ~ 20% do  $TcT$ ), e esquematizar os deslocamentos do ciclo de trabalho por cada modelo a analisar;
- ❖ Identificação de anomalias de bordo de linha + Avaliação Qualidade, observação e medição do posto no mínimo de 6 veículos por cada modelo a analisar;
- ❖ Construir *Yamazumi* (gráfico das operações realizadas pelo operador empilhadas verticalmente) por cada modelo a analisar e identificar boas práticas;
- ❖ Construir matriz de decisão e identificar operador a estandardizar;
- ❖ Atualização da cronologia do posto;
- ❖ Construção esquema cronológico dinâmico.

Para estudar os tempos nos postos a fábrica tem implementada uma metodologia própria para garantir a fiabilidade das suas medições. Esta metodologia é praticada nas fábricas do grupo PSA. Posto isto, para realizar a medição de um posto de trabalho é necessário seguir os seguintes passos:

- ❖ Observar o posto de trabalho e compreender o seguimento cronológico das operações que são realizadas pelo operador;
- ❖ Identificar se o operador cumpre sempre uma cronologia (pode não ser a cronologia que foi definida);
- ❖ Agrupar as operações realizadas em fases de forma a que estas contenham todas as operações realizadas pelo operador (distinguindo, se possível as operações que não acrescentam valor ao produto como, por exemplo, deslocamento para aprovisionar uma peça);
- ❖ Certificar-se que as fases definidas não ultrapassam os 50s nem são inferiores a 2s;

- ❖ Definir para cada fase um ponto de medição – um ponto de medição deverá ser uma ação realizada pelo operador que será facilmente identificável e que seja repetível como, por exemplo, quando aprovisiona uma peça do contentor o ponto de medição poderá ser “Toca na peça do contentor” pois é algo visível, repetível e facilmente identificável por qualquer pessoa que não tenha conhecimento do posto;
- ❖ Cronometrar as fases definidas pelos pontos de medição estabelecidos;
- ❖ Registar os dados obtidos na folha de medição de tempos (Anexo 3);
- ❖ Repetir para, no mínimo, um operador por turno.

Na folha de medição de tempos de ciclo foram introduzidos os tempos medidos aos operadores dos postos que foram estudados (Anexo 20 a Anexo 31). Foram definidas as fases de trabalho para todos os operadores, pois alguns seguiam cronologias diferentes, seguindo também os critérios acima referidos. Foram assinaladas observações em que aconteceram erros ou acontecimentos aleatórios como, por exemplo, o operador deixar cair a parafusadora, deslocamento anormal e todo o tipo de fenómenos não cíclicos que ocorreram durante as medições.

Após a obtenção dos dados dos operadores de ambos os turnos, é feita uma análise dos tempos registados, utilizando a folha de medição de tempos. Na Figura 23 está ilustrado um fluxograma para auxiliar a compreensão do método de análise de tempos no CPMG.

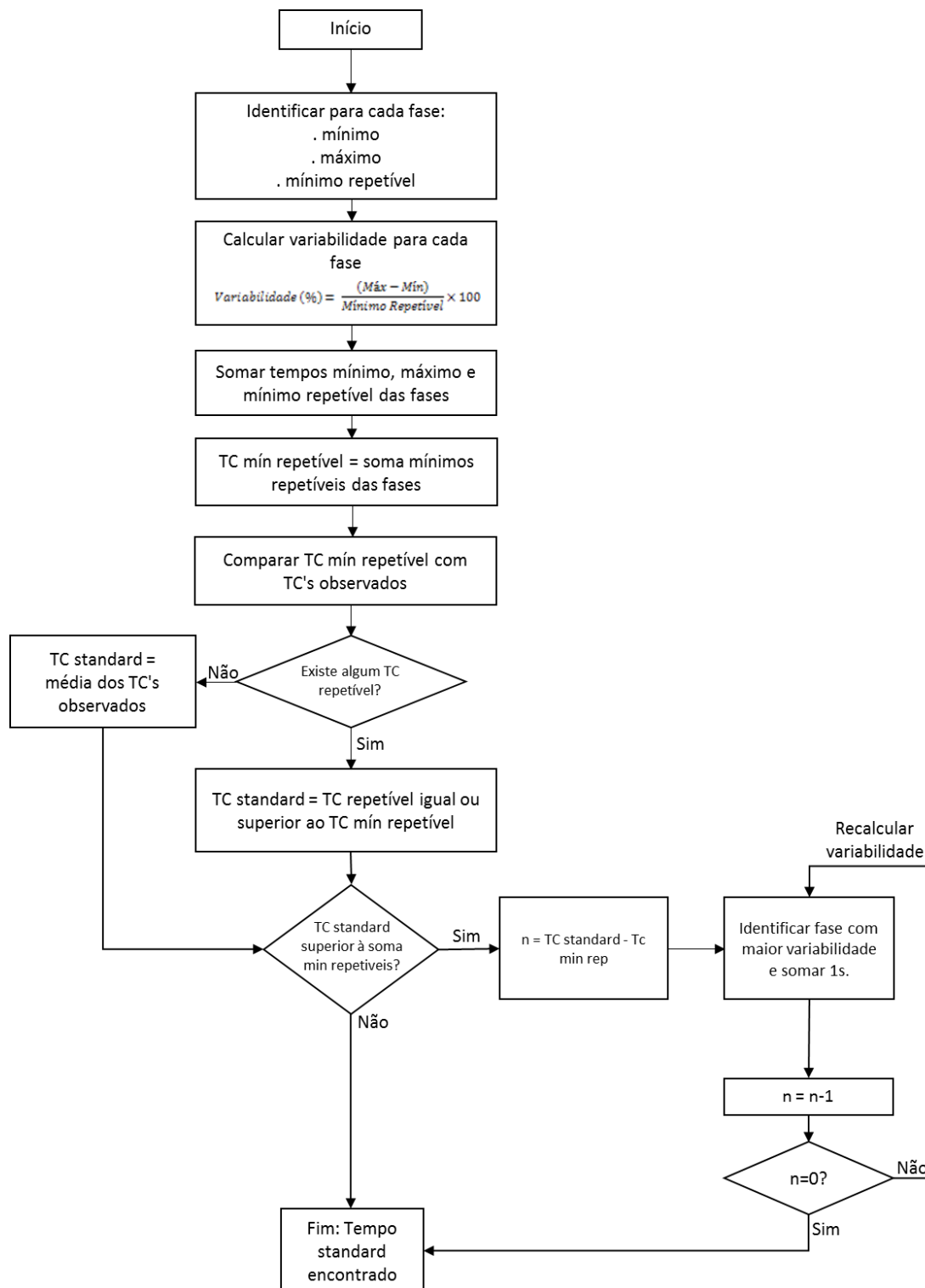


Figura 23 - Fluxograma análise de tempos - método PSA.

- ❖ Para cada fase são identificados um valor mínimo, máximo e mínimo repetível (o valor mínimo que se repete pelo menos uma vez);
- ❖ Calcular a variabilidade dos tempos medidos para cada fase através da fórmula:
- ❖ 
$$\text{Variabilidade}(\%) = \frac{\text{Máx} - \text{Mín}}{\text{Mín}_{\text{repetível}}} \times 100$$

- ❖ Somar os tempos mínimo, máximo e mínimo repetível identificados para cada fase, obtendo assim um valor do tempo de ciclo mínimo, máximo e mínimo repetível;
- ❖ Comparar o tempo de ciclo mínimo repetível com os tempos de ciclo medidos na observação do operador (tempo de ciclo = somatório dos tempos de todas as fases);
- ❖ Para identificar o tempo de ciclo *standard* seguem-se os seguintes critérios:
  - ❖ Verificar se nas observações tiradas existe algum tempo de ciclo repetido, se este valor for igual ou superior ao somatório dos mínimos repetíveis das fases este valor é considerado como o tempo de ciclo *standard*;
  - ❖ Quando o tempo mínimo repetível é superior ao somatório dos tempos mínimos repetíveis a diferença é distribuída pelas fases com maior variabilidade iterando 1 segundo de cada vez, consultando sempre qual o posto que tem maior variabilidade;
  - ❖ Repete-se o processo até que a diferença entre o TC *standard* e o TC mínimo repetível for zero, encontrando, assim o tempo *standard*.

De seguida, obtidos os tempos *standard*, procedeu-se à elaboração dos gráficos de operações Yamazumi (Figura 24 a Figura 33):

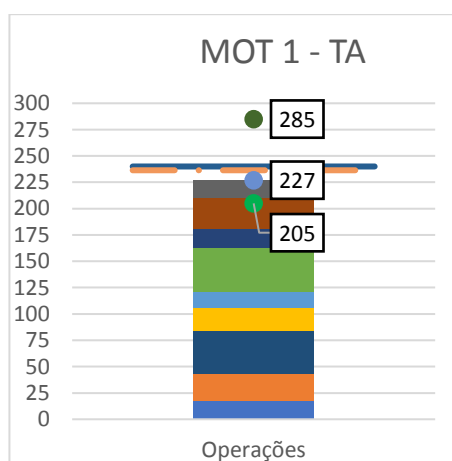


Figura 24 - Yamazumi posto MOT1 Turno A.

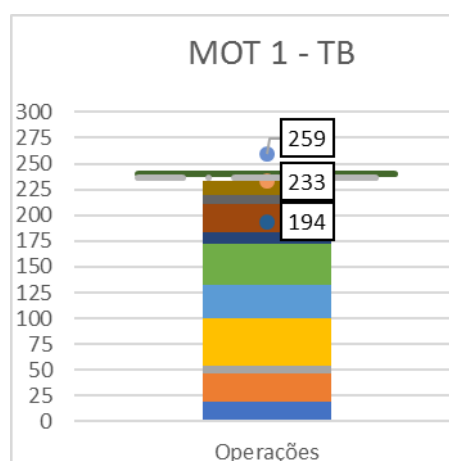


Figura 25 - Yamazumi posto MOT1 Turno B.

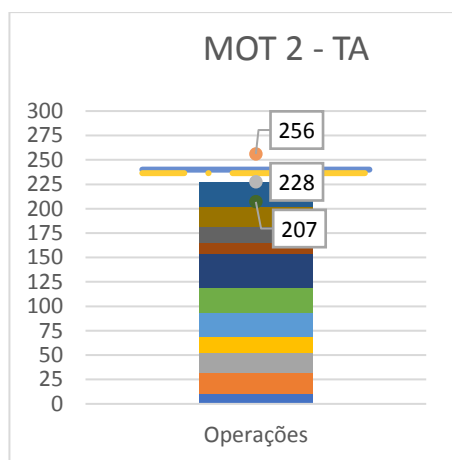


Figura 26 - Yamazumi posto MOT2 Turno A.

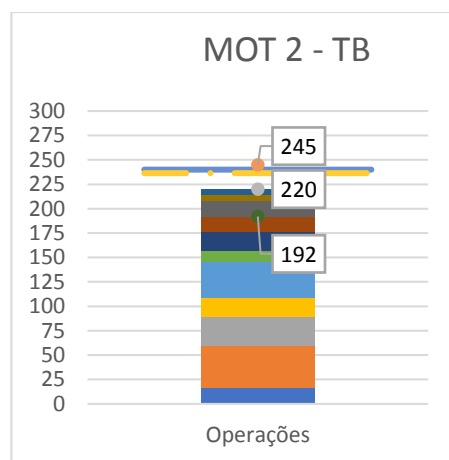


Figura 27 - Yamazumi posto MOT2 Turno B.



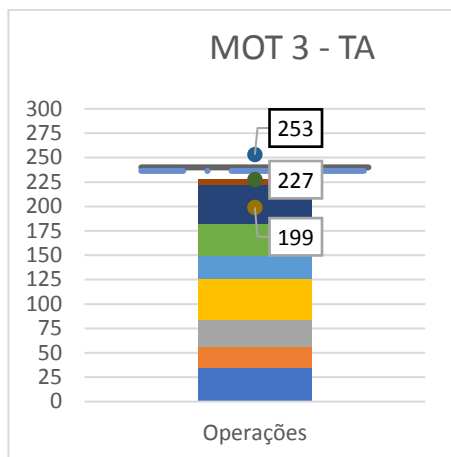


Figura 28 - Yamazumi posto MOT3 Turno A.

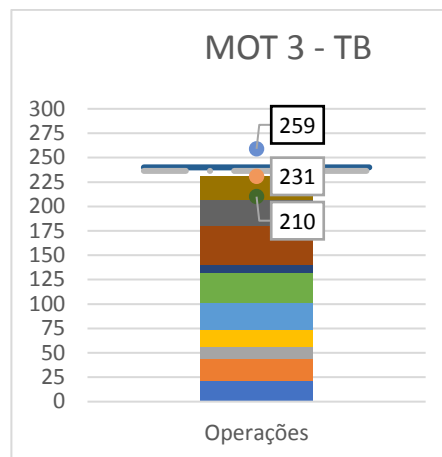


Figura 29 - Yamazumi posto MOT3 Turno B.

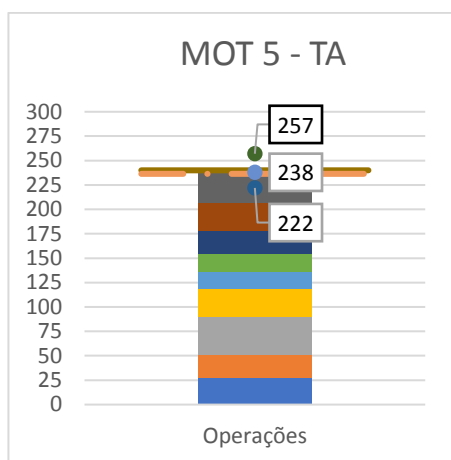


Figura 30 - Yamazumi posto MOT5 Turno A.

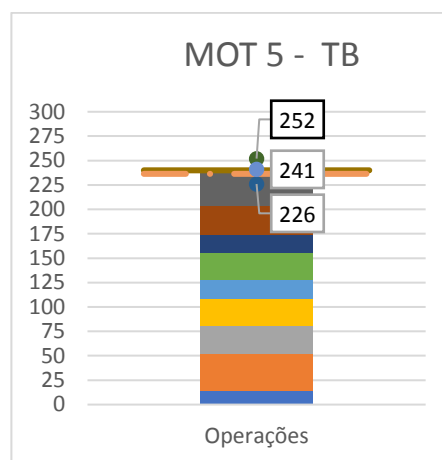


Figura 31 - Yamazumi posto MOT5 Turno B.

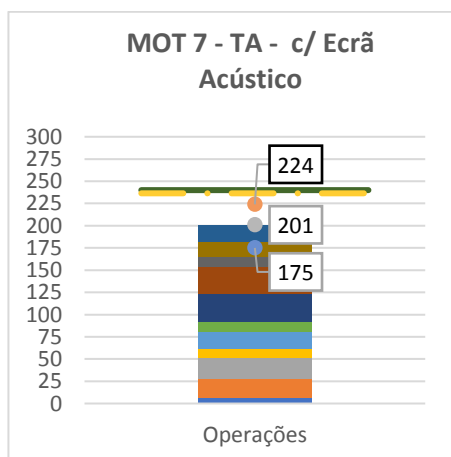


Figura 32 - Yamazumi posto MOT7 Turno A.

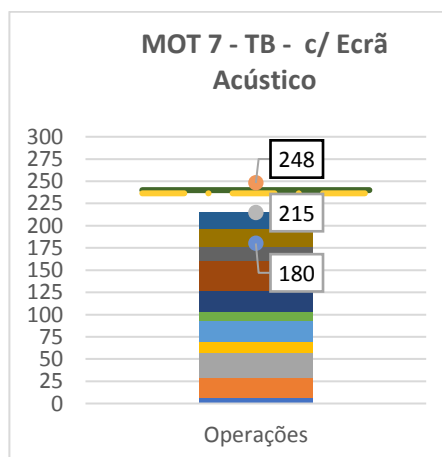


Figura 33 - Yamazumi posto MOT7 Turno B.

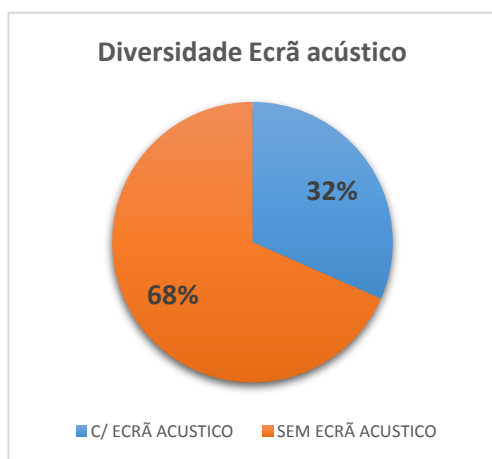
Os valores ilustrados nos gráficos *Yamazumi* compreendem o valor Máximo, Mínimo Repetível e Mínimo. Observou-se que, pelos tempos medidos, existem postos aparentemente sobrecarregados (tempo total de operações excede o tempo de ciclo). No caso do posto MOT 5 do turno A e B verificou-se que o mínimo repetível está ligeiramente acima dos 240s, o que, embora suscite alguma preocupação considera-se que o operador não estaria a operar à sua velocidade

normal, mas sim a um ritmo mais lento. Neste caso seria possível atribuir um coeficiente de avaliação do desempenho do operador para ajuste dos tempos, porém, no CPMG, não se utiliza qualquer coeficiente de ajuste dos tempos do operador.

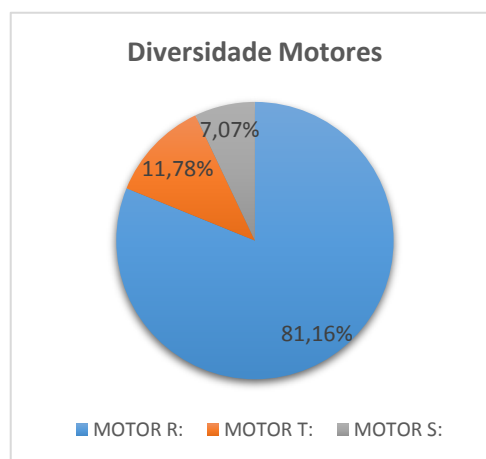
Como caso particular, quando existem operações que apenas são realizadas em certos tipos de motores, deve ser tido em conta a sua frequência e o impacto que têm no tempo total de operações. Na linha de preparação de motores foram identificados 2 casos que poderiam representar um impacto significativo no tempo total de operações.

No posto MOT 7 a operação de montagem do ecrã acústico representava cerca de 23% do tempo total de operações do posto.

Identificou-se ainda a possibilidade de haver diferenças no tempo de operações do posto MOT 2 devido à operação adicional “Clipar fichas motor T”. Efetuou-se a medição desta operação que dura em média 8 segundos.



**Figura 34 - Distribuição da montagem de ecrã acústico.**



**Figura 35 - Distribuição da preparação de diferentes motores.**

Dada a reduzida quantidade de motores T e S produzidos pelo CPMG (Figura 35) e a pouca diferença que existiu ao nível de tempo total de operações nestes motores não se considerou significativo ponderar a diversidade de motores. A média ponderada para esta operação resultava num valor pouco significativo:

- $\text{Clipar ficha motor T} = 8 \times 0.1178 = 0.9424 \text{ segundos}$

Portanto o tempo de operações da montagem dos suportes de ecrã acústico e da montagem do ecrã acústico foram multiplicados pela sua frequência (Tabela 8), utilizando os dados obtidos da diversidade de motores equipados com ecrã acústico ou não (Figura 34):

**Tabela 8 - Cálculo do tempo ponderado de montagem do ecrã acústico.**

Operação	Frequência	Tempo observado	Tempo ponderado
“Monta suportes ecrã acústico”	32% da produção	32s	$32 \times 0,32 = 10.24s$
“Monta ecrã”		11s	$11 \times 0,32 = 3.5s$

Os tempos obtidos através desta média ponderada foram considerados para o balanceamento da linha de preparação de motores.

No seguinte ponto é introduzido outro método de medição de tempos, mais baseado em análise estatística, diferindo bastante do método utilizado no CPMG.

### 6.3. MÉTODO ESTUDO DE TEMPOS POR CRONOMETRAGEM

Apesar de no CPMG existir um método específico para medição de tempos e criação / renovação de tempos *standard*, decidiu-se utilizar uma metodologia diferente e que é mais aceite. Este método tem sustento numa base estatística sendo utilizada a média dos tempos observados para obtenção do tempo *standard*, ao invés do método do CPMG que considera a repetibilidade dos tempos de operações. O método neste subcapítulo apresentado permite também garantir um nível de confiança e precisão estatística desejada.

Na Tabela 9 podemos observar um pequeno resumo das fórmulas utilizadas para obter o tempo *standard*, assim como a tabela dos valores Z de distribuição normal para o nível de confiança desejado.

**Tabela 9 - Tabela-resumo método de estudo de tempos por cronometragem.**

Nível de confiança desejada (%)	Valor de Z	1. Número de observações necessárias: $n = \left( \frac{ZS}{a\bar{x}} \right)^2$
90	1.65	2. Tempo observado: $OT = \sum \frac{x_i}{n}$
95	1.96	3. Tempo normal: $NT = OT * PR$
95.5	2	4. Tempo padrão: $ST = NT + A$
98	2.33	
99	2.58	

Para calcular o número de observações necessárias foram tiradas as primeiras observações (Anexo 5) para obter os valores médios e de desvio padrão para todos os postos (Anexo 6). No passo seguinte foi calculado o número de observações necessárias para cada posto, definindo o nível de confiança e precisão desejados (Tabela 10).

**Tabela 10 - Níveis de precisão e confiança - Postos.**

Nº Amostra	MOT 01 - A	MOT 01 - B	MOT 02 - A	MOT 02 - B	MOT 03 - A	MOT 03 - A	MOT 05 - A	MOT 05 - B	MOT 07 - A	MOT 07 - B
Precisão	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.02
Confiança	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%

Obteve-se, então, o número de observações arredondando por excesso o valor encontrado para N (Anexo 7).

Sabendo o número de medições necessárias para satisfazer os níveis de confiança e precisão desejados, foram realizadas as medições dos tempos em cada posto, um operador por turno (Anexo 8 a Anexo 19).

Após a obtenção do número de medições necessárias cumprindo, estatisticamente, as exigências desejadas de nível de confiança e precisão estabelecido para cada um dos postos, procedeu-se ao cálculo do tempo normal em todos os postos, obtido através da média das medições de cada uma das fases de trabalho realizadas e considerando os *performance ratings* atribuídos a cada operador (Tabela 11). Os tempos obtidos foram, então, somados e colocados em gráfico *Yamazumi*, para possibilitar a comparação entre os dois métodos utilizados (Anexo 32).

**Tabela 11 - *Performance rating* atribuído aos operadores.**

Posto	<i>Performance Rating</i>	Posto	<i>Performance Rating</i>
MOT 1 – TA	0.96	MOT 1 - TB	1
MOT 2 - TA	1	MOT 2 - TB	1
MOT 3 – TA	1	MOT 3 - TB	1
MOT 5 – TA	0.96	MOT 5 – TB	0.96
MOT 7 – TA	1	MOT 7 – TB	0.98

Os *performance ratings* atribuídos aos operadores carecem de uma avaliação subjetiva do observador. No caso do MOT 1 – TA, MOT 5 – TA e TB e ainda no operador do MOT 7 – TB pela observação do operador, verificou-se que este realizou as suas operações fora do seu ritmo normal, operando a uma velocidade mais lenta devido ao facto de estar a ser observado. Foram dadas as devidas compensações para ajustar o tempo total de operações ao tempo real. No entanto esta avaliação terá sempre implícita alguma subjetividade.

Como referido no capítulo de enquadramento teórico, é muito fácil para uma pessoa inexperiente que realize o estudo ser levada a acreditar, por um número elevado de movimentos rápidos, que o operador trabalha a um ritmo mais elevado ou, pelo contrário, subestimar o ritmo de um operador habilidoso cujos movimentos aparentemente lentos são, na realidade, muito económicos ao nível de movimento. Porém, neste caso apenas foram atribuídos *performance ratings* aos operadores que demonstraram, claramente, aos olhos do observador, um passo de trabalho mais lento.

Não foi, no entanto, calculado o *standard time*, pois para atribuição do fator de *allowance* é necessário que o observador seja bastante experiente com as operações a medir. Devido a restrições circunstanciais e temporais não foi, compreensivelmente, possível obter um nível de experiência suficiente para calcular de forma justa o fator de *allowance* e, por esta razão, não foi calculado o *standard time*.

Obtidos os tempos, utilizando ambas as metodologias, foi feita uma comparação através da observação dos gráficos *Yamazumi* de ambas as metodologias (Anexo 30) pelo que não foram identificadas diferenças significativas entre métodos. Sendo que, para passar à fase seguinte do projeto (escolha do operador *standard*) optou-se por utilizar as medições obtidas pelo método utilizado no CPMG. A razão pela qual se tomou esta decisão foi por um motivo de coerência, ou seja, esta é a metodologia que tem sido aplicada na empresa e tem obtido bons resultados, segundo os responsáveis, sendo desejável continuar com os mesmos processos. Posto isto, passou-se à fase de escolha e atribuição dos novos *standards* de produção.

#### 6.4. ATRIBUIÇÃO DO STANDARD

Para finalizar o processo de formação do *standard* é utilizada uma ferramenta de apoio à decisão do CPMG designada por “Matriz de decisão” (exemplo da Figura 36). Esta consiste numa matriz que contém os itens avaliados na metodologia *Standard Work*:

- ❖ Ergonomia e Segurança;
- ❖ Qualidade;
- ❖ Desempenho ou *performance*;
- ❖ Preocupação ambiental;
- ❖ Boas práticas.






PSA PEUGEOT CITROËN						
ESCOLHA DA MELHOR PRÁTICA						
	OP	MOT 2	OP	MOT 2	OP	
	Equipa	TA	Equipa	TB	Equipa	
	Estado	Motivo	Estado	Motivo	Estado	Motivo
 Ergonomia Segurança	(-)	Operador tem dificuldade em cumprir a cronologia, consequentemente, perde confiança no seu trabalho o que o obriga a confirmar o seu trabalho (perda de tempo). Pode ainda potenciar a não realização de operações	(+)			
 Qualidade	(-)	O operador trabalha a um ritmo notoriamente mais elevado o que aumenta a componente de stress e nervosismo que, por sua vez, pode potenciar erros/defeitos	(+)			
 Performance	(-)	Mínimo repetível: 228 Mínimo: 207 Máximo: 256 Notas:	(+)	Mínimo repetível: 220 Mínimo: 192 Máximo: 245 Notas:		
 Ambiente						
 Boas práticas	(-)	Causa: Perde muito tempo a preparar compressores em bordo de linha. Falsa sensação de adiantamento de trabalho.	(+)	Operador cumpre a cronologia, consequentemente, consegue realizar o seu trabalho a um ritmo normal, sem nervosismo, o que potencia menor probabilidade de erro. Consegue ainda obter melhor performance, sendo que o mínimo repetível é inferior -8s		

Figura 36 - Matriz de decisão posto MOT 2

Os operadores escolhidos para definição do *standard* foram os que constam da Tabela 12, sendo possível consultar as restantes matrizes de decisão nos anexos (Anexo 33 a Anexo 37).

Tabela 12 - Operadores escolhidos para *standard* - postos.

MOT 1	MOT 2	MOT 3	MOT 5	MOT 7
Turno A	Turno B	Turno A	Turno A	Turno A

Uma vez escolhidos os operadores a estandardizar para cada posto, procede-se à seguinte etapa que é agrupar todas as operações consideradas dentro das fases definidas para a medição do trabalho. Para elaborar uma cronologia de posto é necessário extrair todas as operações, ao pormenor, que são realizadas em cada posto, com o propósito de formar operadores para o posto, por forma a que estes possam operar com precisão, ergonomia e segurança. Foi então, para os operadores *standard*, atualizada a cronologia de posto (Anexo 53 a Anexo 57), assim como os esquemas cronológicos dinâmicos (Anexo 38 a Anexo 42).

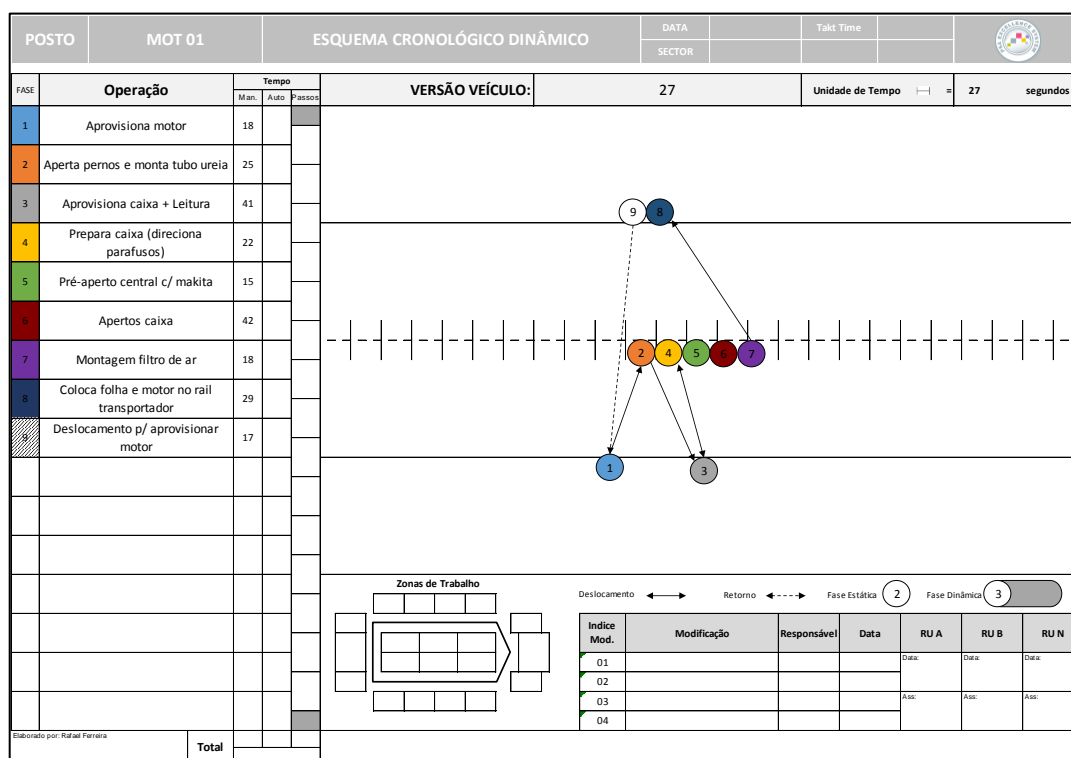


Figura 37 – Exemplo - Esquema cronológico dinâmico MOT 1.

O esquema cronológico dinâmico (Figura 37) tem como objetivo esquematizar as operações do posto, simplificando a análise do processo repetitivo do operador com vista à identificação de operações sem valor acrescentado como, por exemplo, deslocamentos.

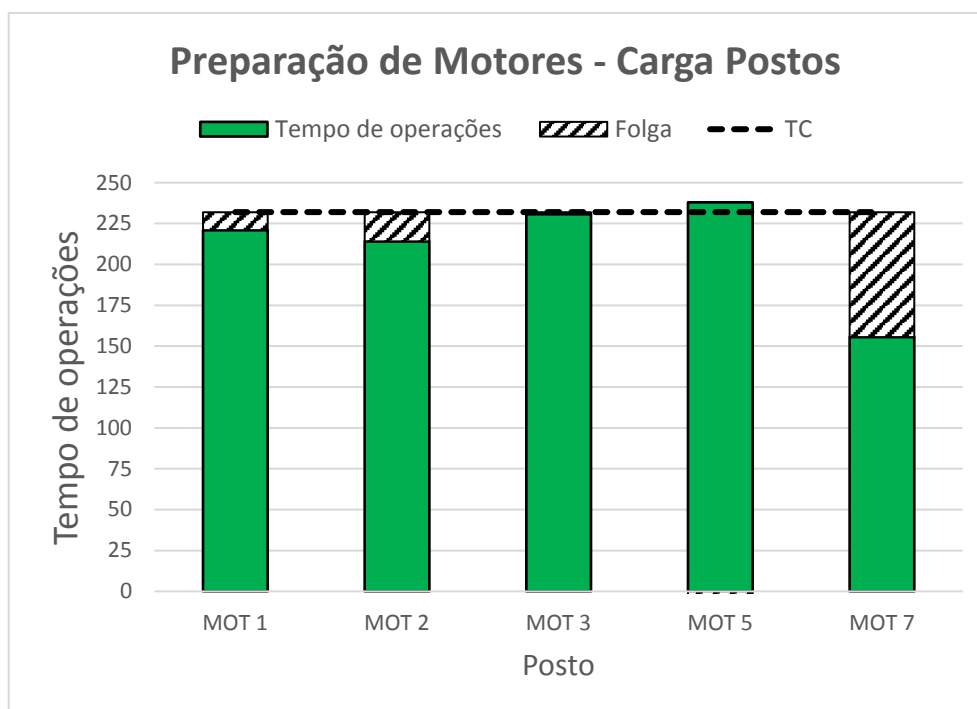
Encerrando o capítulo sexto, maioritariamente focado na metodologia de medição de tempos e formação de standards de trabalho, passou-se para a fase seguinte que seria a criação de uma solução (ou conjunto de soluções) de balanceamento da linha de montagem. O capítulo sétimo aborda o processo de criação das soluções de balanceamento de linha encontradas.





## CAPÍTULO VII – BALANCEAMENTO DE LINHA

Uma vez obtidos os tempos *standard* para os postos foi gerado o gráfico da Figura 38 que representa o estado inicial da linha, ou seja, o balanceamento inicial. Para realizar o balanceamento foram utilizados os tempos obtidos utilizando o método de medição de tempos do CPMG anteriormente descrito no subcapítulo 6.2. Uma vez definidos os operadores standards (subcapítulo 6.4) para os postos foram respetivamente esquematizados numa tabela (Anexo 43) os tempos de cada operador, em cada posto. Na Figura 38 encontra-se, assim, o gráfico do estado inicial da linha de preparação de motores.



**Figura 38 - Balanceamento inicial da linha de preparação de motores.**

Verifica-se que a linha se encontra com folga no posto MOT 7. Isto deve-se ao facto de ser um posto considerado crítico pois, neste posto, para efetuar o transporte do motor para a linha de montagem seguinte é utilizado um sistema de transporte aéreo. Dada a velocidade fixa do sistema de transporte e a distância relativamente elevada a percorrer, a disponibilidade desse meio pode ser influenciada por pequenos atrasos nas linhas, a jusante ou a montante, o que pode causar inclusive a paragem da linha de preparação de motores, caso se encontrem demasiados motores preparados em fila de espera. É por esta razão que os responsáveis de produção decidiram introduzir alguma folga neste posto.

No entanto, na nova implantação já não existirá este problema pois o meio de transporte para a linha de montagem seguinte será diferente (o transporte será feito através de um AGV), irá percorrer uma distância mais pequena e irá ter uma maior eficiência. Espera-se ainda que a nova implantação reduza o tempo total das operações, visto que os operadores não vão mais necessitar de operar em andamento e as suas deslocações ao bordo de linha para aprovisionar ferramentas

irão ser reduzidas, colocando-se todas as ferramentas necessárias ao posto suspensas, de forma a facilitar todo o processo de montagem.

De notar o facto de que o posto MOT 5, pelos tempos medidos está sobrecarregado, pois o tempo *standard* apurado encontra-se acima do tempo de ciclo. Este tempo é, no entanto, considerado acima do tempo real pois, através da observação do operador fora do momento de medição de tempos, foi possível apurar que o operador não trabalhou ao seu ritmo normal, mas sim a um ritmo mais lento. Na metodologia apresentada no capítulo de enquadramento teórico é referido que é possível um fator de desempenho ou *performance rating* para adequar os tempos ao procedimento normal do operador quando não está a ser observado. No entanto, os responsáveis de produção não consideraram relevante a atribuição deste coeficiente pois está sujeito a alguma subjetividade por parte de quem está a efetuar as medições. Por esta razão não foi atribuído nenhum *performance rating* aos tempos obtidos pelo método CPMG.

### 7.1. PROPOSTAS BALANCEAMENTO DE LINHA

Foi necessário ter em conta alguns critérios e restrições para garantir que as trocas de operações consideradas fossem exequíveis pelo operador. Os critérios principais utilizados para realizar o balanceamento foram:

- Critério Principal: reduzir ao máximo as operações afetas ao primeiro posto;
- Não exceder o tempo de ciclo de 232s;
- Respeitar as precedências de operações;
- Respeita as restrições de espaço e equipamento;
- Respeitar as restrições de exequibilidade e ergonomia das operações a realizar;
- Respeitar as normas de segurança.

Uma vez definidos todos os critérios e restrições, concebeu-se uma proposta de solução para o balanceamento da linha. Para a realização do balanceamento foram utilizados os tempos obtidos pelo método PSA, visto que, por motivos de coerência com o seu processo de balanceamento de linha seria mais vantajoso manter o mesmo método de medição do trabalho.

Posto isto, a partir do balanceamento inicial, respeitando as precedências das operações, foram criadas várias soluções para balancear a linha (Tabela 13).

Tabela 13 - Síntese de propostas obtidas para balanceamento da linha.

Nº	PROPOSTA	VALIDAÇÃO
<b>PROPOSTA 1 (ANEXO 47)</b>	Mover as operações sequencialmente do posto MOT1 -> MOT2, do MOT2 -> MOT3, MOT3 -> MOT5, MOT5 -> MOT7.	Aceite
<b>PROPOSTA 2 (ANEXO 48 E ANEXO 50)</b>	Mover as operações sequencialmente de posto em posto sendo que as operações do tensor da correia de distribuição (montagem e aperto) saem do MOT3 para o MOT5. Motivo: conveniência de espaço.	Não aceite, requer investimento.
<b>PROPOSTA 3 (ANEXO 49 E ANEXO 51)</b>	Passar a montagem do ecrã acústico (montagem suportes + montagem ecrã) e a montagem do suporte do tubo de água para a linha posterior de "Preparação de Órgãos Mecânicos".	Não exequível devido a baixa ergonomia das operações na linha proposta. Altura demasiado elevada.

Em reunião com os responsáveis de produção a proposta aceite foi a proposta nº1 (Figura 39) foi a escolhida pois foi a proposta que melhor satisfaz as restrições descritas anteriormente. É importante referir que para as restrições de espaço, ergonomia e a necessidade de investimento foram critérios bastante críticos para a tomada de decisão final.

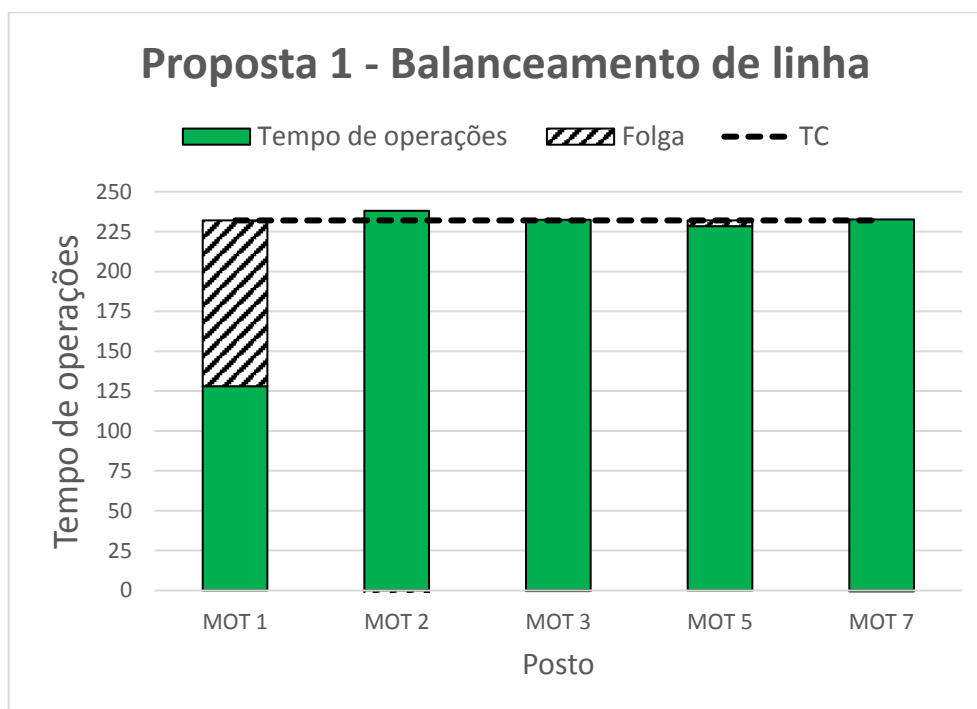


Figura 39 - Proposta 1 - Balanceamento de linha.

Através de uma breve observação do gráfico do balanceamento da linha com a proposta 1 (Figura 39) verifica-se que os postos se encontram “carregados” acima do tempo de ciclo desejado de 232s. Porém, é esperado que, com o novo processo produtivo, seja possível poupar tempo nos postos 2,3,5 e 7 devido ao facto de que as deslocações serão reduzidas e os operadores não irão

necessitar de tanto tempo como atualmente. Foram atualizadas as cronologias de posto de forma a corresponderem à proposta de balanceamento aceite, contendo todas as trocas a realizar de forma a balancear a linha e para formar os operadores sobre as novas operações que passarão a realizar (Anexo 58 a Anexo 62).

No ponto que se segue é introduzida uma outra proposta utilizando um método de balanceamento de linhas de montagem denominado *Ranked Positional Weight Method*.

## 7.2. RANKED POSITIONAL WEIGHT METHOD - RPW

Para realizar o balanceamento da linha de preparação de motores, foi também considerada a utilização de um método de balanceamento de linhas de montagem, abordado no enquadramento teórico e denominado de *Ranked Positional Weight Method*. Para aplicar esta metodologia foram então adotados os seguintes passos:

- ❖ Passo 1: desenhar o diagrama de precedências (Anexo 45);
- ❖ Passo 2: determinar o *positional weight* para cada tarefa. É o tempo total do caminho mais longo a percorrer desde o início da tarefa até à última tarefa na rede (Anexo 43).
- ❖ Passo 3: organizar as tarefas por ordem descendente do seu *ranked positional weight* – *RPW* (Anexo 44).
- ❖ Passo 4: afetar tarefas aos postos, começando pela tarefa de mais alto RPW e continuando até exceder o tempo de ciclo para o posto, garantindo ainda as condições de precedência de operações.
- ❖ Passo 5: repetir o passo 4 até todas as operações estarem afetadas aos postos (Anexo 52).

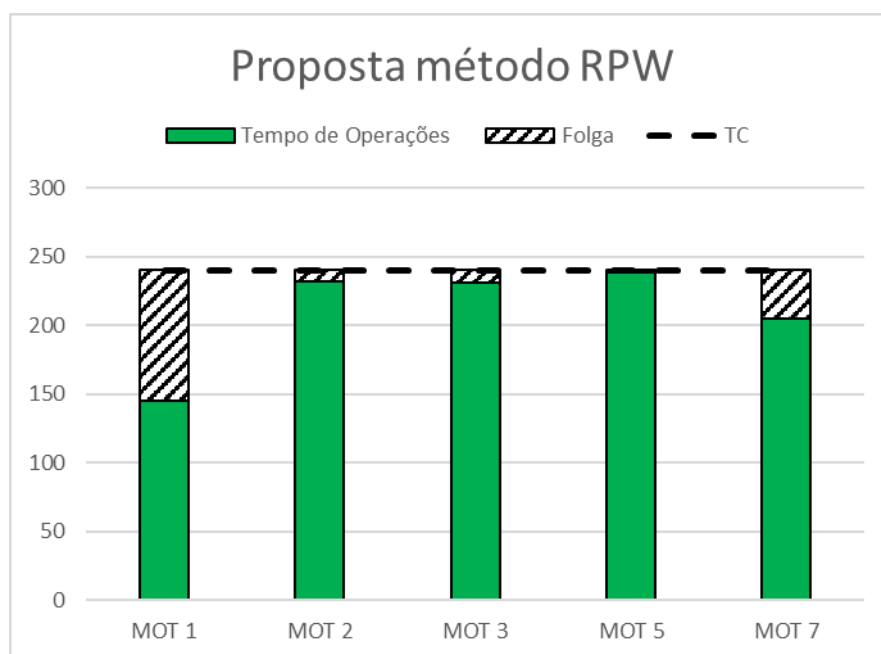


Figura 40 - Proposta método RPW - *Ranked Positional Weighted Method*.

A solução obtida pelo método RPW foi considerada como uma solução plausível ao nível de respeito pelas precedências das operações e por não exceder o tempo de ciclo, porém, o grande problema desta solução é causado por um facto que esta metodologia não é capaz de avaliar.

Devido ao facto de haver uma grande mudança das operações entre postos haveria implicações ao nível da necessidade de rearranjar o local de trabalho e de formar operadores sobre uma variedade elevada de operações novas (o que poderia causar atrasos na produção). Outra desvantagem seria o investimento necessário em novas parafusadoras para realizar apertos em todos os postos considerando que no balanceamento da proposta 1 os apertos estão concentrados num só posto, logo utilizando uma só parafusadora é possível realizar apertos iguais.

No capítulo seguinte, para conclusão deste relatório foram feitas algumas considerações finais e propostas futuras de trabalho, assim como uma análise crítica acerca de todo o trabalho realizado ao longo deste projeto. São ainda enunciados os contributos principais para a empresa.



## **CAPÍTULO VIII – ANÁLISE CRÍTICA E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No final deste projeto considerou-se importante fazer algumas observações e uma análise crítica aos trabalhos realizados. Verificou-se que as medidas implementadas na “linha de mecânica” através da parametrização do circuito de aranhas foram bem-sucedidas pois levaram ao aumento do Rendimento Operacional da linha, tal como foi objetivado pela empresa acolhedora.

Neste ponto salienta-se que, efetivamente, haveria possibilidade de levar o projeto mais à frente com a implementação do sistema “Supervisor de Aranhas”. Esta nova ferramenta foi proposta e foi tida em consideração como um projeto bastante relevante pois foi considerada de elevada prioridade na gestão de projetos da empresa acolhedora. No entanto, dada a realidade atual da empresa que, como já foi referido está a preparar-se para acolher um novo modelo, torna-se compreensível que projetos de melhoria como estes fiquem atrás de projetos imprescindíveis que podem envolver modificações significativas do processo produtivo.

O projeto “Supervisor de Aranhas” terá a capacidade para permitir uma exploração de vários dados relevantes para obtenção de melhorias na linha, nomeadamente, o tempo de permanência no posto (por acionamento de botão de emergência ou por validação antecipada), número de avarias das aranhas, identificação de avarias frequentes. A exploração destes dados terá elevado potencial tanto para a gestão da produção (para identificar postos com disponibilidade ou o inverso) como para a equipa de manutenção, que frequentemente é solicitada a resolver problemas de avaria de aranhas. Foi apresentado à equipa de informática a interface desejada para a aplicação do “Supervisor de Aranhas”, tendo esta proposta sido conseguida com a colaboração dos responsáveis de produção e de manutenção

Ainda na linha de mecânica, foram conseguidas outras melhorias, nomeadamente ao nível da ferramenta AndonEXP, que se encontrava, num estado inicial, com bastantes defeitos, incorreções e incoerências, que foram corrigidas ao longo do projeto. O trabalho desenvolvido com o AndonEXP foi ao nível de identificação de anomalias a serem reportadas à equipa de informática que, adequadamente foi resolvendo os problemas detetados. É possível afirmar que, atualmente, a ferramenta se encontra a produzir dados exploráveis e é apenas devido às limitações da sua ligação com o circuito de aranhas que os dados obtidos ainda não estão perfeitamente de acordo com a realidade sendo, no entanto, equivalentes à realidade, o que os torna exploráveis.

Ao nível do balanceamento da linha de preparação de motores para a nova implantação considera-se que, devido ao facto de a linha em questão seguir uma configuração com precedências bastante sequenciais, a resolução do problema de balanceamento não foi muito complexa, e compreende-se que a fase mais desafiante foi, efetivamente, a medição do trabalho e identificação de boas práticas dos operadores, ao nível de qualidade, desempenho, segurança e ergonomia.

Nesta segunda fase do projeto, é importante referir que se verificou que medição do trabalho requer a obtenção de conhecimento integral do posto de trabalho, de forma a compreender aprofundadamente as precedências das operações e essa compreensão apenas se obtém após uma observação cuidada e atenciosa não só às operações que estão a ser feitas, mas também ao posicionamento do operador, aos meios que utiliza, às deslocações que faz e em geral ao meio que o rodeia.

Entre as várias propostas para solução do problema de balanceamento da linha foi também considerada uma outra solução que potencialmente seria benéfica para a empresa. A proposta consistia na distribuição dos apertos da caixa de velocidades ao motor (realizados no posto MOT 1), pelos postos restantes da linha de preparação de motores. Através de uma medição individual do tempo de cada aperto da caixa de velocidades, poder-se-ia incluir estes na solução de balanceamento. Esta solução teria vantagens e desvantagens (Tabela 14):

**Tabela 14 - Vantagens e desvantagens - Proposta alternativa de balanceamento.**

Vantagens	Desvantagens
❖ Não requer alterações significativas das cronologias de postos	❖ Requer investimento em novas parafusadoras, devido à redistribuição dos apertos a novos postos
❖ Não requer formação dos operadores a novas operações	❖ Baixa ergonomia e segurança dos apertos devido à sua intensidade (apertos +60 N.m)
❖ Atinge o objetivo de reduzir o tempo total de operações do posto MOT 1	

Esta proposta, em relação à proposta nº 1, tem uma grande vantagem que é o facto de não implicar grandes trocas de operações o que é importante pois reduz o tempo de formação de operadores às novas operações. O facto de reduzir o tempo de formação pode ser bastante vantajoso pois, para formar um operador é necessário que esteja disponível um operador formador e que o formando esteja também disponível. Em situações de absentismo elevado na linha poderá até ser determinante o facto de não ser necessária muita formação aos operadores pois caso não haja disponibilidade na linha para substituir o posto do formando, este não pode ausentar-se do posto para aprender novas operações, sacrificando a produção. Caso não existissem os problemas de necessidade de investimento em novas parafusadoras e a baixa ergonomia das operações esta seria uma alternativa bastante viável para efetuar o balanceamento, libertando o posto MOT 1.

Ao nível dos contributos para a empresa, considera-se que foram atingidos todos os objetivos propostos.

Em primeiro, foi conseguido um aumento estável do RO da linha de mecânica ao longo dos meses em mais de 15% do que o seu valor inicial (sendo objetivo um aumento de 10%) e foi criada uma solução para o balanceamento da linha de preparação de motores. As contribuições na linha de mecânica foram bastante significativas e a prova disso é que, atualmente, a fábrica está a produzir mais 2 unidades por turno todos os dias, ou seja as contribuições na linha possibilitaram um aumento do volume de produção.

Em segundo, foi possível encontrar uma solução para o problema de balanceamento da linha de motores que respeita todos os critérios e restrições desejadas pela empresa tendo em conta as restrições naturais do processo produtivo como as precedências de operações, as restrições de espaço, as restrições ergonómicas ou de segurança, as restrições de equipamento, ou as necessidades de investimento. Considera-se que a fase de medição do trabalho, por si só, contribuiu com informação extremamente relevante para a equipa que gere a produção na fábrica, nomeadamente, no que toca a mão-de-obra.



## BIBLIOGRAFIA

- ❖ Belekoukias, I.; Garza-Reyes, J. A.; Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organizations, *International Journal of Production Research*, doi: 10.1080/00207543.2014.903348.
- ❖ Buchmeister, B.; Friscic, D.; Lalic, B.; Palcic, I. (2012). Analysis of a Three-Stage Supply Chain with Level Constraints, *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 11, No. 4, 196-210, doi: 10.2507/IJSIMM13(1)6.260.
- ❖ Grzechca, W. (2011). Final Results of Assembly Line Balancing Problem, *Assembly Line - Theory and Practice*, ISBN: 978-953-307-995-0, InTech, DOI: 10.5772/38865.
- ❖ Ghutukade, S. T., & Sawant, S. M., Dr. (n.d.). USE OF RANKED POSITION WEIGHTED METHOD FOR ASSEMBLY LINE BALANCING. *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*.
- ❖ Johnson, R.V., 1983. A branch and bound algorithm for assembly line balancing problems with formulation irregularities. *Management Science* 29, 1309–1324.
- ❖ Kanawaty, G. (1993). *Introduction to work study*. Johannesburg: Skotaville.
- ❖ Kootanaee, A.J., Babu, K.N., Talari, H.F. (2013). Just-in-Time Manufacturing System: From Introduction to Implement, *International journal of Economics, Business and Finance*, Vol. 1, No. 2, 07-25.
- ❖ Lam, N. T., Toi, L. M., Tuyen, V. T., & Hien, D. N. (2016). Lean Line Balancing for an Electronics Assembly Line. *Procedia CIRP*, 40, 437-442. doi: 10.1016/j.procir.2016.01.089
- ❖ Lyonnet, B., Pralus, M. and Pillet, M. (2010). A Push-Pull Manufacturing Strategy: Analytical Model in the Screw Cutting Sector, *Proceedings of the World Congress on Engineering*, WCE 2010, Vol. III, London, U.K.
- ❖ Maroof M.G., Mahmud F. (2016). A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises, *Procedia Economics and Finance* 35 (2016) 522-531
- ❖ Mourtzis, D., Papathanasiou, P., & Fotia, S. (2016). Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry. *Procedia CIRP*, 50, 198-203. doi: 10.1016/j.procir.2016.04.097
- ❖ P. Lennon et al. (2017). Root cause analysis underscores the importance of understanding, addressing, and communicating cold chain equipment failures to improve equipment performance, *Vaccine* 35 (2017) 2198-2202
- ❖ Palmer, V.S. (2001). Inventory Management Kaizen. *Proceedings of 2nd International Workshop on Engineering Management for Applied Technology*, Austin, USA. 55-56.
- ❖ Powell, D.; Riezebos, J.; Strandhagen, J. O. (2013). Lean production and ERP systems in small- and medium-sized enterprises: ERP support for pull production, *International Journal of Production Research*, Vol. 51, No. 2, 395-409, doi: 10.1080/00207543.2011.645954.
- ❖ Samouei, P., Fattahi, P., Ashayeri, J., & Ghazinoory, S. (2016). Bottleneck easing-based assignment of work and product mixture determination: fuzzy assembly line balancing approach. *Applied Mathematical Modelling*, 40(7-8), 4323-4340. doi: 10.1016/j.apm.2015.11.011
- ❖ Stevenson, W. J. (2012). *Production operations management*. New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.
- ❖ Melton, T. (2005). THE BENEFITS OF LEAN MANUFACTURING: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83, 662-673.
- ❖ Teece, D.J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and micro-foundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(11), 1319 – 1350.
- ❖ Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*. London: Free Press.
- ❖ Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world*. New York, NY: Rawson Associates.

- ❖ Zeltzer, L., Aghezzaf, E., & Limère, V. (2016). Workload balancing and manufacturing complexity levelling in mixed-model assembly lines. *International Journal of Production Research*, 55(10), 2829-2844. doi:10.1080/00207543.2016.1213452

# Sinóptico MONTAGEM

The diagram illustrates the assembly of a power distribution system, organized into three main modules: M1, M2, and M3. The flow of power is indicated by green arrows, labeled 'Sentido do Fluxo' (Direction of Flow).

**Module M1 (Mod. 1 M1, Mod. 2 M1, Mod. 3 M1):** This module is the central hub, receiving power from the main supply (PNT) and distributing it to the other modules. It includes sub-modules: PP-PAV (Pavimento), PP-PLC (Placa de Controle), and PP-PQB (Placa de Proteção). The main supply (PNT) is connected to the PP-PAV sub-module. The PP-PLC sub-module is connected to the PP-PQB sub-module. The PP-PQB sub-module is connected to the PP-PQB sub-module. The PP-PQB sub-module is connected to the PP-PQB sub-module.

**Module M2 (Mod. 1 M2, Mod. 2 M2, Mod. 3 M2):** This module is connected to M1 and includes sub-modules: MV-M01 to MV-M19, MV-M20 to MV-M29, and MV-M30 to MV-M39. The main supply (PNT) is connected to the MV-M01 sub-module. The MV-M20 to MV-M29 sub-modules are connected to the MV-M30 to MV-M39 sub-modules. The MV-M30 to MV-M39 sub-modules are connected to the MV-M30 to MV-M39 sub-modules.

**Module M3 (Mod. 1 M3, Mod. 2 M3, Mod. 3 M3):** This module is connected to M1 and includes sub-modules: MV-A01 to MV-A14, MV-A15 to MV-A29, and MV-A30 to MV-A39. The main supply (PNT) is connected to the MV-A01 sub-module. The MV-A15 to MV-A29 sub-modules are connected to the MV-A30 to MV-A39 sub-modules. The MV-A30 to MV-A39 sub-modules are connected to the MV-A30 to MV-A39 sub-modules.

**Legend:** Sentido do Fluxo (Direction of Flow) is indicated by green arrows.

**Anexo 2- Medição do deslocamento médio das aranhas para os postos configuráveis.**

Medições Postos	$t$											$\bar{t}$
	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	10	
Posto 02	28	27	26	27	29	30	28	26	29	28	27	28
Posto 04	35	34	34	36	37	36	34	35	36	37	38	36
Posto 05	32	34	35	33	32	31	33	35	34	33	32	33
Posto 06	45	44	45	42	44	43	43	42	43	42	43	43
Posto 07	33	34	37	36	37	36	35	34	33	32	33	35
Posto 08	36	34	33	31	32	33	34	38	36	31	30	33
Posto 09	68	67	69	70	70	68	68	67	69	71	70	69
Posto 10	67	68	71	70	68	67	69	70	70	68	68	69
Posto 11	44	45	49	48	47	46	48	44	48	47	48	47
Posto 14	35	34	36	36	36	37	34	33	34	36	34	35
Posto 15	38	37	42	41	42	40	39	38	39	41	40	40
Posto 16	63	65	62	63	67	64	61	62	63	64	62	63
Posto 19	66	68	65	67	69	64	63	68	66	69	68	67

Anexo 3 - Folha de medição de tempos.

PSA PEUGEOT CITROËN																											
Produto / referência: Processo		Medição de Tempos de Ciclo																									
Data		Posto: Analisado por:										Layout:															
Nr.	Opération élémentaire	Hora										Layout															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
1	PM:																										
2	PM:																										
3	PM:																										
4	PM:																										
5	PM:																										
6	PM:																										
7	PM:																										
8	PM:																										
9	PM:																										
10	PM:																										
11	PM:																										
Tempo de ciclo com esperas																											
Tempo de ciclo sem esperas																											
REMARKS																											
a																											
b																											
c																											
d																											
e																											
Legenda:		PM: Posto de Medição (Measuring Post)										M: Máximo										M - Mínimo		M - Máximo		V: Variação (%), V = ((M-m)/M) Rep x 100	

**Anexo 4 - Cálculo dos novos parâmetros a inserir no "Panel View".**

Posto	Deslocamento Real médio	Tempo de ciclo Panel View	Tempo de Ciclo real proposto	Parâmetro de posto a introduzir	Tempo de paragem no posto	Tempo anterior de paragem no posto	SOMA Deslocamento + Paragem no posto = Tempo de Ciclo
01	-	232	215	-	-	-	-
02	28			=28+(232-215) = 45	=232-45= 187	120	= 28+187 =215
03	-			-	-	-	-
04	36			=36+(232-215) = 53	=232-53= 179	140	= 36+179 = 215
05	33			50	182	135	215
06	43			60	172	110	215
07	35			52	180	140	215
08	33			50	182	160	215
09	69			86	146	85	215
10	69			86	146	125	215
11	47			64	168	130	215
12	-			-	-	-	-
13	-			-	-	-	-
14	35			52	180	140	215
15	40			57	175	160	215
16	63			80	152	160	215
17	-			-	-	-	-
18	-			-	-	-	-
19	67			84	148	125	215

**Anexo 5 – Observações iniciais – Balanceamento Motores.**

<b>Nº Amost ra</b>	<b>MOT 01 - A</b>	<b>MOT 01 - B</b>	<b>MOT 02 - A</b>	<b>MOT 02 - B</b>	<b>MOT 03 - A</b>	<b>MOT 03 - A</b>	<b>MOT 05 - A</b>	<b>MOT 05 - B</b>	<b>MOT0 7 - A</b>	<b>MOT 07 - B</b>
<b>#1</b>	240	232	209	218	221	229	237	240	161	154
<b>#2</b>	231	237	215	229	220	228	231	242	172	153
<b>#3</b>	256	231	204	228	234	248	241	241	185	160
<b>#4</b>	243	214	219	228	239	233	248	239	157	155
<b>#5</b>	246	205	232	237	211	233	237	235	162	156
<b>#6</b>	227	232	225	225	235	248	239	250	161	163

**Anexo 6 - Cálculo do número de amostras necessárias para os níveis de confiança e precisão desejados.**

<b>Nº Amostr a</b>	<b>MOT 01 - A</b>	<b>MOT 01 - B</b>	<b>MOT 02 - A</b>	<b>MOT 02 - B</b>	<b>MOT 03 - A</b>	<b>MOT 03 - A</b>	<b>MOT 05 - A</b>	<b>MOT 05 - B</b>	<b>MOT 07 - A</b>	<b>MOT 07 - B</b>
<b>MÉDIA</b>	240.50	225.17	217.33	227.50	226.67	236.50	238.83	241.17	166.33	156.83
<b>DESVPA D</b>	10.48	12.64	10.29	6.16	10.93	9.14	5.60	4.96	10.42	3.87
<b>Variabi lidade</b>	12.1%	14.2%	12.9%	8.4%	12.4%	8.5%	7.1%	6.2%	16.8%	6.4%
<b>Precisão</b>	0.03	0.05	0.04	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.05	0.02
<b>z=</b>	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
<b>N=</b>	8.1	4.8	5.4	3.1	5.6	6.4	5.3	4.1	6.0	5.8
<b>MÉDIA</b>	<b>240.50</b>	<b>225.17</b>	<b>217.33</b>	<b>227.50</b>	<b>226.67</b>	<b>236.50</b>	<b>238.83</b>	<b>241.17</b>	<b>166.33</b>	<b>156.83</b>



**Anexo 7 - Número de amostras necessárias para cada posto e para cada operador.**

<b>Pos to</b>	<b>MOT 01 - A</b>	<b>MOT 01 - B</b>	<b>MOT 02 - A</b>	<b>MOT 02 - B</b>	<b>MOT 03 - A</b>	<b>MOT 03 - B</b>	<b>MOT 05 - A</b>	<b>MOT 05 - B</b>	<b>MOT07 - A</b>	<b>MOT07 - B</b>
<b>Nº</b>	9	5	6	4	6	7	6	5	7	6

## Anexo 8 - Medição de tempos - MOT 1 - TA.

PSA PEUGEOT CITROËN																									MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																								
Produto / referencia: MOTOR: R CAIXA: BK										Posto: MOT 1 - TA										Layout:																													
Processo										Analisado por:																																							
Data										Hora																																							
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %																								
1	Aprovisiona Motor	20	17	20	21	19	19	18	23	18	21	18	22	20																																			
	PM: Toca botao para subir motor	20	17	20	21	19	19	18	23	18	21	18	22	20	0	0							19.69	17	23	30%																							
2	Aperta pemos e coloca tubo ureia	20	17	24	23	25	18	26	18	22	21	18	22	28																																			
	PM: Pousa motor e encaixa na mesa	40	34	44	44	44	37	44	41	40	42	36	44	48	0	0							21.69	17	28	51%																							
3	Aprovisiona Caixa + Leitura	41	46	54	41	47	49	43	43	45	42	42	40	43																																			
	PM: Cilpa 3º clip tubo ureia	81	80	98	85	91	86	87	84	85	84	78	84	91	0	0							43.5	40	54	32%																							
4	Prepara caixa (direciona parafusos)	28	24	21	22	22	23	23	23	21	30	20	25	25																																			
	PM: Pousa caixa e encaixa no motor	109	104	119	107	113	109	110	107	106	114	98	109	116	0	0							23.62	20	30	42%																							
5	Pré-aperto central c/ makita	14	17	15	18	14	13	15	25	15	19	16	15	23																																			
	PM: Toca na makita p/ realizar pré aperto c/ makita	123	121	134	125	127	122	125	132	121	133	114	124	139	0	0							15.55	13	19	39%																							
6	Apertos caixa	42	43	47	44	43	42	44	44	44	44	42	40	42																																			
	PM: Pega na pneumática p/ apertar porcas	165	164	181	169	170	164	169	176	165	177	156	164	181	0	0							43.15	40	47	16%																							
7	Monta filtro de ar	25	18	23	25	22	19	17	19	18	29	18	20	17																																			
	PM: Pousa pneumática p/ apertar parafusos	190	182	204	194	192	183	186	195	183	206	174	184	198	0	0							20.08	17	25	40%																							
8	Coloca fav e motor nos ganchos + nova fav	33	31	34	32	33	29	30	30	28	38	33	29	29																																			
	PM: Cilpa encaixe do filtro de ar	223	213	238	226	225	212	216	225	211	244	207	213	227	0	0							31.46	28	38	32%																							
9	Deslocamento p/ aprovisionar motor	17	18	18	17	21	15	13	17	14	18	20	19	21																																			
	PM: Toca nas garras s/ motor	240	231	256	243	246	227	229	242	225	262	227	232	248	0	0							17.54	13	21	46%																							
10																																																	
	PM:																																																
11																																																	
	PM:																																																
	Tempo de ciclo com esperas																							236	285																								
	Tempo de ciclo sem esperas	240	231	256	243	246	227	229	242	225	262	227	232	248										205																									
REMARKES		Hora 8: Deixou cair parafuso																																															
a	Hora 3 caiu pneumática ao chão enquanto retirava ferramenta p/ acoplar caixa	f																																															
b	Hora 5 maior deslocação possível para motor R	g																																															
c	Hora 6,7,8,9, 10 paleta mais perto	h																																															
d	Proposta Kaizen: Mesa giratória para rodar motor	i																																															
e		j																																															
		k																																															
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																	M.Rep - Mínimo Repetível						m - Mínimo						M - Máximo						Variabilidade (%): V = (M-m)/M(Rep) x 100												

## Anexo 9 - Medição de tempos MOT 1 - TB

PSA PEUGEOT CITROËN																								MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO											
Produto / referencia:		MOTOR : R CAIXA: BK																Posto: MOT 1 - TB		Layout:															
Processo		Analisado por:																																	
Data		Hora																																	
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %										
1	Aprovisiona Motor	17	18	20	14	19	19	16																											
	PM: Pressiona botão p/ subir motor	17	18	20	14	19	19	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0					17.6	14	20	34%										
2	Aprovisiona folha + leitura + tubo ureia	23	32	25	24	27	32	24																											
	PM: Pousa motor no encaixe inferior	40	50	45	38	46	51	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0					26.7	23	32	34%										
3	Aperta 2 pernos	9	9	8	7	8	9	9																											
	PM: Toca pneumática pernos	49	59	53	45	54	60	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0					8.4	7	9	24%										
4	Aprovisiona Caixa + leitura	40	45	40	33	34	49	40																											
	PM: Larga pneumática pernos	89	104	93	78	88	109	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0					40.1	33	49	40%										
5	Pré-apertos caixa	32	30	35	38	32	37	35																											
	PM: Pousa caixa (até estar encaixada)	121	134	128	116	120	146	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0					34.1	30	38	23%										
6	Apertos porcas + parafusos	43	46	44	47	40	40	45																											
	PM: Toca pneumática porcas	164	180	172	163	160	186	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0					43.6	40	47	16%										
7	Monta filtro de ar	19	12	11	9	11	10	13																											
	PM: Larga pneumática parafusos	183	192	183	172	171	196	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0					11.0	9	13	36%										
8	Coloca motor + fav no rail	20	23	26	18	25	27	22																											
	PM: Clipa filtro de ar	203	215	209	190	196	223	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0					23.0	18	27	39%										
9	Aprovisiona ganchos motor	14	7	8	9	9	9	7																											
	PM: Solta clip depois de por fav	217	222	217	199	205	232	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0					8.2	7	9	24%										
10	Deslocamento/ motor	15	15	14	15	13	15	14																											
	PM: Toca com as garras no gancho	232	237	231	214	218	247	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0					14.4	13	15	14%										
11																																			
	PM:																																		
Tempo de ciclo com esperas																																			
Tempo de ciclo sem esperas		232	237	231	214	205	232	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0					227	194	259	29%										
REMARKES																																			
a		f																																	
b		g																																	
c		h																																	
d		i																																	
e		j																																	
		k																																	
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Mesa uma Part)								m - Mínimo								M - Máximo																	
		M.Rep - Mínimo Repetível																Variabilidade (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																	

Anexo 10 - Medição de tempos MOT 2 - TA.

PSA PEUGEOT CITROËN																							MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																												
Produto / referencia:		C/ COMPRESSOR										Posto: MOT 2 - TA										Layout:																													
Processo		Analísado por:																																																	
Data		Hora																																																	
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %																										
1	Deslocamento Fim-Início + Deslocamento até motor	12	9	9	10	11	11																																												
	PM: Inicia deslocamento para início	12	9	9	10	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					10	9	12	29%																										
2	Monta motor de arranque	25	22	22	22	23	21																																												
	PM: Toca motor de arranque	37	31	31	32	34	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					23	21	25	18%																										
3	Monta e aperta motor de arranque	20	20	21	21	22	22																																												
	PM: Toca pneumática p/apertar motor	57	51	52	53	56	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					21	20	22	10%																										
4	Tira bujon, insere sonda e aperta	17	18	18	19	17	18																																												
	PM: Toca pneumática p/ remover bujon	74	69	70	72	73	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					18	17	19	11%																										
5	Clipa cablaria e insere tubo de água	25	19	21	24	20	26																																												
	PM: Larga pneumática p/apertar sonda	99	88	91	96	93	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					23	19	26	31%																										
6	Monta comando hidráulico + reniflard	25	31	26	30	26	26																																												
	PM: Larga ferramenta de corte do tubo de água	124	119	117	126	119	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					27	25	31	22%																										
7	Monta suportes de transmissão e cx veloc	18	38	31	32	37	27																																												
	PM: Larga makita	142	157	148	158	156	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					31	27	38	36%																										
8	Aperta filtro de ar + respiro de cx	11	11	11	10	13	11																																												
	PM: Toca pneumática p/apertar filtro	153	168	159	168	169	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					11	10	13	27%																										
9	Monta suportes alternador e compressor	20	17	20	16	21	17																																												
	PM: Toca pneumática p/aperto do respiro cx veloc	173	185	179	184	190	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					19	16	21	27%																										
10	Aperta suporte do alternador e compressor	20	18	23	19	22	21																																												
	PM: Toca pneumática p/apertar suportes	193	203	202	203	212	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					21	18	23	24%																										
	Monta e aperta compressor	25	26	26	25	25	25																																												
11	PM: Larga pneumática no contentor dos compressores	218	229	228	228	237	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					25	25	26	4%																										
	Tempo de ciclo com esperas																					228	228	256																											
	Tempo de ciclo sem esperas	218	229	228	228	237	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					228	207	228	22%																										
REMARKES		f																																																	
a	Operador tem dificuldade em cumprir a cronologia. Causa falta de confiança e tempo desperdiçado em confil	g																																																	
b	Prepara excessivamente material em bordo de linha, criando falsa sensação de "adiantamento" (compressore	h																																																	
c		i																																																	
d		j																																																	
e		k																																																	
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										M. Rep - Mínimo Repetível										m - Mínimo										M. Rep - Máximo										Variabilidade (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100									

## Anexo 11 - Medição de tempos MOT 2 - TB.

PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																									
Produto / referencia:		C/ COMPRESSOR																		Posto: MOT 2 - TB		Layout:					
Processo		Analísado por:																									
Data		Hora																									
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %		
1	Clipa cablaria	14	18	16	15	16	17	19																			
	PM: Larga sonda na banca	14	18	16	15	16	17	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0						16.4	14	19	30%	
2	Monta + aperta motor de arranque	38	35	41	39	43	44	44																			
	PM: Toca no motor de arranque	52	53	57	54	59	61	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0						40.6	35	44	22%	
3	Tira bujon, monta sonda e tubo água	26	29	24	29	34	29	34																			
	PM: Larga pneumática p/ motor de arranque	78	82	81	83	93	90	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0						29.3	24	34	34%	
4	Monta comando hidráulico + reniflard	20	22	20	23	23	22	21																			
	PM: Larga ferramenta de corte do tubo de água	98	104	101	106	116	112	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0						21.6	20	23	14%	
5	Monta suporte cx veloc + suporte transmissão	40	38	33	39	36	36	38																			
	PM: Larga makita	138	142	134	145	152	148	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0						37.1	33	40	19%	
6	Aperta filtro de ar + respiro cx velocidades	13	13	11	13	13	12	12																			
	PM: Toca pneumática p/ aperto filtro de ar	151	155	145	158	165	160	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0						12.4	11	13	16%	
7	Monta suporte alternador + suporte compressor	19	19	19	19	22	19	19																			
	PM: Toca pneumática p/ aperto do respiro	170	174	164	177	187	179	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0						19.4	19	22	15%	
8	Aperta suportes alternador e compressor	16	19	16	17	17	16	18																			
	PM: Toca pneumática p/ apertar suportes	186	193	180	194	204	195	205	0	0	0	0	0	0	0	0	0						17.0	16	19	18%	
9	Aprov compressor	12	9		12	15	17	13																			
	PM: Larga pneumática p/ apertar suportes	198	202	180	206	219	212	218	0	0	0	0	0	0	0	0	0						13.0	9	17	62%	
10	Monta + aperta compressor	5	7		6	6	7	7																			
	PM: Toca pneumática p/ aperto compressor	203	209	180	212	225	219	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0						6.333	5	7	32%	
11	Deslocamento p/ início	6	6		7	7	6	7																			
	PM: Larga pneumática p/ aperto compressor	209	215	180	219	232	225	232	0	0	0	0	0	0	0	0	0						6.5	6	7	15%	
Tempo de ciclo com esperas																							220	192	245		
Tempo de ciclo sem esperas		209	215		219	232	225	218	0	0	0	0	0	0	0	0	0									24%	
REMARKES		f																									
a	Hora 3 mal funcionamento cronómetro, perdi fases posteriores	g																									
b	Operador trabalha cumpre cronologia e não varia o seu método de trabalho	h																									
c		i																									
d		j																									
e		k																									
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																		M.Rep - Mínimo Repetível		m - Mínimo		M - Máximo		/variabilidade (%): V = ((M-m)/M)Rep x 100	

Anexo 12 - Medição de tempos MOT 3 - TA.

PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																				Layout:			
Produto / referencia:		Posto: MOT 3 - TA																							
Processo		Analísado por:																							
Data		Hora																							
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %
1	Monta alternador + retira obturador vareta oleo e fita	34	31	32	40	39	29	33	37																
	PM: Toca no parafuso p/ alternador	34	31	32	40	39	29	33	37	0	0	0	0	0	0	0	0					34	29	40	32%
2	Leitura + aperto do alternador	28	20	22	26	23	24	22	24																
	PM: Toca no scanner de código de barras	62	51	54	66	62	53	55	61	0	0	0	0	0	0	0	0					24	20	28	34%
3	Monta tensor da correia e aperta tensor	22	28	27	27	29	21	27	26																
	PM: Larga pneumática p/ aperto alternador	84	79	81	93	91	74	82	87	0	0	0	0	0	0	0	0					26	21	29	31%
4	Monta e aperta suportes motor e tubo ureia	48	42	43	45	46	45	45	43																
	PM: Larga pneumática p/ aperto do tensor da correia	127	123	136	136	120	127	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0					45	42	48	13%
5	Monta suporte do catalizador	19	21	23	25	20	25	23																	
	PM: Larga Bosch p/ apertar suportes	146	144	159	161	140	152	153	0	0	0	0	0	0	0	0	0					22	19	25	27%
6	Monta cablaria principal + aperta porca motor de arranque	30	33	35	33	32		37																	
	PM: Larga pneumática p/ apertar suporte catalizador	176	177	194	194	172		190	0	0	0	0	0	0	0	0	0					33	30	37	21%
7	Finaliza cablaria principal + ramal cablaria do motor	40	38	35	39	33		40																	
	PM: Desencosta chave p/ apertar porca motor de arranque	216	215	229	233	205		230	0	0	0	0	0	0	0	0	0					38	33	40	19%
8	Deslocamento para início	5	5	5	6	6		5																	
	PM: Larga chave p/ apertar motor de arranque	221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0	0					5	5	6	19%
9		221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0	0						0	0	###
10		221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0	0						0	0	###
11		221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	Tempo de ciclo com esperas																					227	199	253	
	Tempo de ciclo sem esperas																								24%
REMARKES																									
a	Hora 6 depois da bucha	f																							
b	Hora 7 malfunctionamento cronómetro perdi fases posteriores	g																							
c		h																							
d		i																							
e		j																							
		k																							
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																				Variabilidade (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100			
		M Rep - Mínimo Repetível																				M - Máximo			
		m - Mínimo																							

Anexo 13 - Medição de tempos MOT 3 - TB.

PSA PEUGEOT CITROËN																										MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																									
Produto / referencia:													Posto: MOT 3 - TB													Layout:																									
Processo													Analisado por:																																						
Data													Hora																																						
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %																										
1	Aprovisiona Alternador	17	22	23	23	21	21																																												
	PM: Toca alternador	17	22	23	23	21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					21	17	23	28%																										
2	Leitura + Aperto alternador	23	25	25	22	24	21																																												
	PM: Toca scanner	40	47	48	45	45	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					23	21	25	17%																										
3	Monta tensor	7	7	8	11	9	10																																												
	PM: Larga pneumática p/ apertar alternador	47	54	56	56	54	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					9	7	11	46%																										
4	Aperta tensor	17	16	20	16	17	22																																												
	PM: Toca pneumática p/ apertar tensor	64	70	76	72	71	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					18	16	22	33%																										
5	Monta suportes mot+ureia+catalizador	28	27	33	31	28	32																																												
	PM: Larga pneumática p/ apertar tensor	92	97	109	103	99	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					30	27	33	20%																										
	Aperta suportes motor + ureia	30	28	29	31	33	32																																												
	PM: Toca na Bosch	122	125	138	134	132	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					31	28	33	16%																										
7	Aperta pernos do suporte catalizador	10	8	8	11	11	11																																												
	PM: Larga Bosch	132	133	146	145	143	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					10	8	11	31%																										
8	Clipa cablaria principal	39	39	50	38	39	48																																												
	PM: Larga pneumática p/ apertar sup catalizador	171	172	196	183	182	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					42	38	39	2%																										
9	Clipa ramal + insere porcas	37	32	27	28	27	27																																												
	PM: Último clip cablaria principal no compressor	208	204	223	211	209	224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					30	27	37	34%																										
10	Desloc/ início+aprov paraf alternador+tira e obtura	21	24	25	22	24	24																																												
	PM: Larga chave para apertar porca motor de arranque	229	228	248	233	233	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					23	21	25	17%																										
11																																																			
	Tempo de ciclo com esperas																																																		
	Tempo de ciclo sem esperas	229	228	248	233	233	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					237	210	259	21%																										
REMARKES																																																			
a	Já não se gasta braçadeiras BT mas ainda aparecem na FAV	f																																																	
b	Nota Qualidade: Pousa cablaria em cima do motor para não a pisar	g																																																	
c		h																																																	
d	Anomalia: Hora 3 caiu parafuso ao chão	i																																																	
e	Anomalia: Hora 6 porca não enroscava bem	j																																																	
		k																																																	
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																	M - Máximo							Variabilidade (%): V = (M-m)/M x 100																									
		M Rep - Mínimo Repetível																	m - Mínimo																																

## Anexo 14 - Medição de tempos MOT 5 - TA.

PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																								
Seg	Processo	Posto: MOT 5 - TA																		Layout:						
Data		Analísado por:																								
		Hora																								
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %	
1	Aprovisiona vareta do óleo + paraf + agrafos	28	26	27	29	28	28																			
	PM: Larga pneumática p/ aperto catalizador	28	26	27	29	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						28	26	29	11%
2	Monta cabo negativo + aperto vareta do óleo	23	21	23	25	22	25																			
	PM: Toca cabo negativo	51	47	50	54	50	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						23	21	25	17%
3	Monta platina	37	38	39	42	36	39																			
	PM: Larga Bosch	88	85	89	96	86	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						39	36	42	16%
4	Retenção transmissão + agrafos	29	27	29	30	28	29																			
	PM: Larga martelo	117	112	118	126	114	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						29	27	30	10%
5	Monta + estica correia	17	15	14	17	17	18																			
	PM: Toca ferramenta correia	134	127	132	143	131	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						16	14	18	24%
6	Leitura p/ realizar apertos + apertos mot arranque	18	18	20	19	19	17																			
	PM: Larga scanner	152	145	152	162	150	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						19	17	20	16%
7	Aperto suprt intermédio do motor + suprt transmissão	24	24	24	24	25	24																			
	PM: Toca focus ESQ	176	169	176	186	175	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						24	24	25	4%
8	Aperto eixo motor + alternador	29	29	30	31	33	28																			
	PM: Aperto último parafuso do suprt transmissão	205	198	206	217	208	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						30	28	33	17%
9	Monta catalizador	32	33	35	31	29	31																			
	PM: Larga scanner	237	231	241	248	237	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						32	29	35	19%
10																										
		237	231	241	248	237	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0	0	###
11																										
		237	231	241	248	237	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						239	222	257	15%
	Tempo de ciclo com esperas																									
	Tempo de ciclo sem esperas	237	231	241	248	237	239																			
REMARKES																										
a	Medição ao longe: 216s   221s   227s	f																								
b		g																								
c		h																								
d		i																								
e		j																								
		k																								
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																								
		M.Rep - Mínimo Repetível																								
		m - Mínimo																								
		M - Máximo																								
		Variabilidade (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																								



Anexo 15 - Medição de tempos MOT 5 - TB.

PSA PEUGEOT CITROËN																									MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																								
Seg		Posto: MOT 5 - TB																				Layout:																											
Processo		Analísado por:																																															
Data		Hora																																															
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %																								
1	Aprov vareta + paraf + platina	15	15	16	14	14	14																																										
	PM: Larga pneumática p/ ap catalizador	15	15	16	14	14	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					15	14	16	14%																								
2	Monta platina + paraf + vareta	38	39	39	38	35	36																																										
	PM: Toca platina	53	54	55	52	49	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					38	35	39	11%																								
3	Aperta vareta + Platina	28	29	29	31	27	30																																										
	PM: Larga Bosch	81	83	84	83	76	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					29	27	31	14%																								
4	Monta agraf + retenção transmissão	30	30	27	29	28	28																																										
	PM: Larga pneum p/ apertar platina	111	113	111	112	104	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					29	27	30	10%																								
5	Monta correia + estica	16	15	17	14	15	16																																										
	PM: Larga retenção transmissão (2º parafuso)	127	128	128	126	119	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					16	14	17	19%																								
6	Leitura + Apert mot arranque + sup interm motor	27	27	28	25	27	26																																										
	PM: Toca scanner	154	155	156	151	146	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					27	25	28	11%																								
7	Aperto suporte transmissão	18	19	19	19	19	20																																										
	PM: Finaliza aperto último paraf sup interm motor	172	174	175	170	165	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					19	18	20	11%																								
8	Apertos eixo mot + alternador + Leitura final	30	31	29	30	31	40																																										
	PM: Finaliza aperto suporte transmissão (último paraf)	202	205	204	200	196	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					32	29	31	6%																								
9	Monta catalizador	38	37	37	39	39	40																																										
	PM: Larga scanner	240	242	241	239	235	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					38	37	40	8%																								
10		240	242	241	239	235	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																
11		240	242	241	239	235	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																
	Tempo de ciclo com esperas																					241.2	226	252	11%																								
	Tempo de ciclo sem esperas	240	242	241	239	235	250																																										
REMARKES																																																	
a	Hora 6 - Fase 8: monitor logística trouxe catalizador recuperado	f																																															
b		g																																															
c	Medição ao longo: 228s   232s   229s	h																																															
d		i																																															
e		j																																															
		k																																															
Legenda:		Variabilidade (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																																															
		M - Máximo																																															
		m - Mínimo																																															
		M.Rep - Mínimo Repetível																																															
		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																																															

## Anexo 16 - Medição de tempos MOT 7 - TA sem ecrã acústico.

PSA PEUGEOT CITROËN																									MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																								
Seg	Processo	SEM ECRÃ ACÚSTICO										Posto: MOT 7 - TA										Layout:																											
Data		Analisado por:																																															
		Hora																																															
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %																								
1	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	7	8	7	7	7	7	8	6																																							
	PM: Toca na tampa	7	7	8	7	7	7	7	8	6	0	0	0	0	0	0	0						7	6	8	28%																							
2	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	15	17	18	21	17	22	21	18																																								
	PM: Clipa 1ª ficha	22	24	26	28	24	29	29	24	0	0	0	0	0	0	0	0						19	15	22	38%																							
3	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	24	23	23	25	24	25	23	24																																								
	PM: Tira mão da tampa alternador (depois de montar)	46	47	49	53	48	54	52	48	0	0	0	0	0	0	0	0						24	23	25	8%																							
4	Re aperto braçadeira cat + compressor	12	10	10	11	11	13	11	10																																								
	PM: Toca na chave p/ reaperto alternador	58	57	59	64	59	67	63	58	0	0	0	0	0	0	0	0						11	10	13	27%																							
5	Monta e aperta ecrã térmico	19	20	21	24	21	17	18	19																																								
	PM: Larga chave de reaperto do compressor	77	77	80	88	80	84	81	77	0	0	0	0	0	0	0	0						20	17	24	35%																							
6	Monta suporte tubo de água	12	11	11	11	12	12	12	10																																								
	PM: Finaliza apertos ecrã térmico (último parafuso)	89	88	91	99	92	96	93	87	0	0	0	0	0	0	0	0						11	10	12	18%																							
7	Verificação pontos de qualidade + passagem de porta	30	27	30	26	31	31		30																																								
	PM: Larga Bosch (suporte)	119	115	121	125	123	127	93	117	0	0	0	0	0	0	0	0						29	26	31	17%																							
8																																																	
		119	115	121	125	123	127	93	117	0	0	0	0	0	0	0	0							0	31	###																							
9																																																	
		119	115	121	125	123	127	93	117	0	0	0	0	0	0	0	0							0	0	###																							
10	Coloca motor no transportador	17	19	18	15	16	18	17	17																																								
	PM: Começa a empurrar mesa	136	134	139	140	139	145	110	134	17	0	0	0	0	0	0	0																																
11	Aprovisiona novo motor disponível	18	19	21	15	17	18	26	23	22																																							
	PM: Toca nos 2 botoes p/ fechar janela   PM final: Col	154	153	160	155	156	163	136	157	39	0	0	0	0	0	0	0																																
	Tempo de ciclo com esperas																						20	15	26	55%																							
	Tempo de ciclo sem esperas	154	153	160	155	156	163		157	0	0	0	0	0	0	0	0						158.2	137	211	47%																							
REMARKS		f																																															
a	Medições 7,8 e 9 (mudança de apoio para caixa automática)	g																																															
b		h																																															
c		i																																															
d		j																																															
e		k																																															
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										M - Mínimo										M - Máximo				Variabilidade (%): V = ((M-m)/(M.Rep) x 100																							

Anexo 17 - Medição de tempos MOT 7 - TB sem ecrã acústico.

PSA PEUGEOT CITROËN																										MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																									
Seg		SEM ECRÃ ACÚSTICO													Posto: MOT 7 - TB											Layout:																									
Processo		Analísado por:																																																	
Data		Hora																																																	
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %																										
1	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	7	9	8	7	8	7	6	8	7	5	7	7	8	7	8	7	8	8																															
	PM: Toca tampa alternador (kanban)	7	7	9	8	7	8	7	6	8	7	5	7	7	8	7	8	7	8	8																															
2	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	22	21	23	22	24	20	20	23	29	28	21	23	22	23	22	22	22	26	23	21																														
	PM: Clipa 1ª ficha (som)	29	28	32	30	31	28	27	29	37	35	26	30	29	31	29	30	33	31	29																															
3	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	26	27	28	28	30	31	30	28	34		33	25	25	25	33	34	29	24	26																															
	PM: Tira mão da tampa alternador (depois de montar)	55	55	60	58	61	59	57	57	71	35	59	55	54	56	62	64	62	55	55																															
4	Re aperto braçadeira cat + compressor	13	13	7	8	6	12	11	13	15			10	11	12	8	12	17	11	13																															
	PM: Toca na chave p/ reaperto alternador	68	68	67	66	67	71	68	70	86	35	59	65	65	68	70	76	79	66	68																															
5	Monta ecrã térmico				17	19	20	19	20	23			20	22	21	28	24	25	23	19																															
	PM: Larga chave	68	68	67	83	86	91	87	90	109	35	59	85	87	89	98	100	104	89	87																															
6	Monta suporte tubo água						10	10	15	11			11	12	11	13	8	12	11	10																															
	PM: Finaliza apertos ecrã térmico (último parafuso)	68	68	67	83	86	101	97	105	120	35	59	96	99	100	111	108	116	100	97																															
7	Verifica pontos de qualidade + passagem de porta							26	28	29			23	25	25	20	26	27	25	22																															
	PM: Larga bosch (suporte)	68	68	67	83	86	101	123	133	149	35	59	119	124	125	131	134	143	125	119																															
8																																																			
		68	68	67	83	86	101	123	133	149	35	59	119	124	125	131	134	143	125	119																															
9																																																			
		68	68	67	83	86	101	123	133	149	35	59	119	124	125	131	134	143	125	119																															
10	Coloca motor no transportador							18	18	16			17	18	17	18	19	21	19	15																															
	PM: Começa a empurrar mesa	68	68	67	83	86	101	141	151	165	35	59	136	142	142	149	153	164	144	134																															
11	Aprovisiona novo motor disponível							20	21	20			21	20	19	22	20	22	22	22																															
	PM: Toca nos 2 botões p/ fechar janela   PM final: Col	68	68	67	83	86	101	161	172	185	35	59	157	162	161	171	173	186	166	156																															
	Tempo de ciclo com esperas																																																		
	Tempo de ciclo sem esperas	68	68	67	83	86	101	161	172	185	35	59	157	162	161	171	173	186	166	156																															
REMARKES																																																			
a		f																																																	
b		g																																																	
c		h																																																	
d		i																																																	
e		j																																																	
		k																																																	
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										M - Máximo										Variabilidade (%): V = ((M-m)/(M.Rep) x 100																													

## Anexo 18 - Medição de tempos MOT 7 - TA com ecrã acústico

[illegible]

## Anexo 19 - Medição de tempos MOT 7 - TB com ecrã acústico.

PSA PEUGEOT CITROËN																						MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																					
Seg		COM ECRÃ ACÚSTICO										Posto: MOT 7 - TB										Layout:																					
Processo		Analísado por:																																									
Data		Hora																																									
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Média	min	Máx	Var %																		
1	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	7	8	7	8	8																8	7	8	13%																	
	PM: Toca tampa alternador	7	7	8	7	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
2	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx pré aquec + tampa	23	22	22	26	23	21																																				
	PM: Clipa 1ª ficha	30	29	30	33	31	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
3	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	25	33	34	29	24	26																																				
	PM: Tira mão da tampa alternador (depois de montar)	55	62	64	62	55	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
4	Re aperto braçadeira cat + compressor	10	8	12	17	11	13																																				
	PM: Toca na chave p/ reaperto alternador	65	70	76	79	66	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
5	Monta ecrã térmico	20	28	24	25	23	19																																				
	PM: Larga chave p/ aperto compressor	85	98	100	104	89	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
6	Aprovisiona + monta suporte tubo água	11	13	8	12	11	10																																				
	PM: Finaliza apertos ecrã térmico (último parafuso)	96	111	108	116	100	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
7	Monta suportes ecrã acústico	23	20	26	27	25	22																																				
	PM: Toca suporte	119	131	134	143	125	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
8	Verifica pontos de qualidade + passagem de porta	30	33	34	34	30	33																																				
	PM: Larga bosch	149	164	168	177	155	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
9	Monta ecrã acústico	17	15	13	19	16	18																																				
	PM: Larga marcador branco (suporte)	166	179	181	196	171	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																										
10	Coloca motor no transportador	17	19	18	15	16	18	17	17																																		
	PM: Empurra mesa	183	198	199	211	187	188	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0																										
11	Aprovisiona novo motor	18	19	21	15	17	18	26	23	22																																	
	PM: Fecha janela   PM final: Coloca ganchos no rail	201	217	220	226	204	206	43	40	39	0	0	0	0	0	0	0																										
	Tempo de ciclo com esperas																						214	248																			
	Tempo de ciclo sem esperas	201	217	220	226	204	206	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0							180																			
REMARKES		f																																									
a	Hora 6 - op logística trouxe catalizador recuperado	g																																									
b	Hora 2 - sem compressor	h																																									
c	No tempo disponível operador prepara o conjunto agrafo+suporte metal tubo de agua	i																																									
d		j																																									
e		k																																									
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										M.Rep. - Mínimo Repetível										m - Mínimo		M - Máximo		Variabilidade (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																	

Anexo 20 - Método CPMG - MOT 1 - TA.

PSA PEUGEOT CITROËN																											MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																																
Produto / referencia:										MOTOR: R CAIXA: BK										Posto: MOT 1 - TA										Layout:																													
Processo										Analisado por:																																																	
Data										Hora																																																	
Nr.	Opération élémentaire										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %																									
1	Aprovisiona Motor										20	17	20	21	19	19	18	23	18	21	18	22	20																																				
	PM: Toca botao para subir motor										20	17	20	21	19	19	18	23	18	21	18	22	20	0	0							18	17	23	33%																								
2	Aperta pernos e coloca tubo ureia										20	17	24	23	25	18	26	18	22	21	18	22	28																																				
	PM: Pousa motor e encaixa na mesa										40	34	44	44	44	37	44	41	40	42	36	44	48	0	0							25	17	28	44%																								
3	Aprovisiona Caixa + Leitura										41	46	54	41	47	49	43	43	45	42	42	40	43																																				
	PM: Clipa 3º clip tubo ureia										81	80	98	85	91	86	87	84	85	84	78	84	91	0	0							41	40	54	34%																								
4	Prepara caixa (direciona parafusos)										28	24	21	22	22	23	23	23	21	30	20	25	25																																				
	PM: Pousa caixa e encaixa no motor										109	104	119	107	113	109	110	107	106	114	98	109	116	0	0																																		
5	Pré-aperto central c/ makita										14	17	15	18	14	13	15	25	15	19	16	15	23																																				
	PM: Toca na makita p/ realizar pré aperto c/										123	121	134	125	127	122	125	132	121	133	114	124	139	0	0																																		
6	Apertos caixa										42	43	47	44	43	42	44	44	44	44	42	40	42																																				
	PM: Pega na pneumática p/ apertar porcas										165	164	181	169	170	164	169	176	165	177	156	164	181	0	0							42	40	47	17%																								
7	Monta filtro de ar										25	18	23	25	22	19	17	19	18	29	18	20	17																																				
	PM: Pousa pneumática p/ apertar parafusos										190	182	204	194	192	183	186	195	183	206	174	184	198	0	0							18	17	25	44%																								
8	Coloca fav e motor nos ganchos + nova fav										33	31	34	32	33	29	30	30	28	38	33	29	29																																				
	PM: Clipa encaixe do filtro de ar										223	213	238	226	225	212	216	225	211	244	207	213	227	0	0							29	28	38	34%																								
9	Deslocamento p/ aprovisionar motor										17	18	18	17	21	15	13	17	14	18	20	19	21																																				
	PM: Toca nas garras s/ motor										240	231	256	243	246	227	229	242	225	262	227	232	248	0	0							17	13	21	47%																								
10																																																											
11	PM:																																																										
	PM:																																																										
Tempo de ciclo com esperas																																																											
Tempo de ciclo sem esperas										240	231	256	243	246	227	229	242	225	262	227	232	248																																					
REMARKES										f										Hora 8: Deixou cair parafuso																																							
a	Hora 3 caiu pneumática ao chão enquanto retirava ferramenta p/ acoplar caixa										g																																																
b	Hora 5 maior deslocação possível para motor R										h																																																
c	Hora 6,7,8,9, 10 paleta mais perto										i																																																
d	Proposta Kaizen: Mesa giratória para rodar motor										j																																																
e											k																																																
Legenda:										PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										M.Rep - Mínimo Repetível										m - Mínimo										M - Máximo										Validação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100									

## Anexo 21 - Método CPMG MOT 1 – TB.

PSA PEUGEOT CITROËN																										MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO									
Produto / referencia: MOTOR : R CAIXA: BK													Posto: MOT 1 - TB																						
Processo													Analisado por:																						
Data													Hora																						
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %										
1	Aprovisiona Motor	17	18	20	14	19	19	16																											
	PM: Pressiona botão p/ subir motor	17	18	20	14	19	19	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0					19	14	20	32%										
2	Aprovisiona folha + leitura + tubo ureia	23	32	25	24	27	32	24																											
	PM: Pousa motor no encaixe inferior	40	50	45	38	46	51	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0					27	23	32	33%										
3	Aperta 2 pernos	9	9	8	7	8	9	9																											
	PM: Toca pneumática pernos	49	59	53	45	54	60	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0					8	7	9	25%										
4	Aprovisiona Caixa + leitura	40	45	40	33	34	49	40																											
	PM: Larga pneumática pernos	89	104	93	78	88	109	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0					46	33	49	35%										
5	Pré-apertos caixa	32	30	35	38	32	37	35																											
	PM: Pousa caixa (até estar encaixada)	121	134	128	116	120	146	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0					32	30	38	25%										
6	Apertos porcas + parafusos	43	46	44	47	40	40	45																											
	PM: Toca pneumática porcas	164	180	172	163	160	186	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0					40	40	47	18%										
7	Monta filtro de ar	19	12	11	9	11	10	13																											
	PM: Larga pneumática parafusos	183	192	183	172	171	196	182	0	0	0	0	0	0	0	0	0					12	9	13	33%										
8	Coloca motor + fav no rail	20	23	26	18	25	27	22																											
	PM: Clipa filtro de ar	203	215	209	190	196	223	204	0	0	0	0	0	0	0	0	0					27	18	27	33%										
9	Aprovisiona ganchos motor	14	7	8	9	9	9	7																											
	PM: Solta clip depois de por fav	217	222	217	199	205	232	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0					8	7	9	25%										
10	Deslocamento/ motor	15	15	14	15	13	15	14																											
	PM: Toca com as garras no gancho	232	237	231	214	218	247	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0					14	13	15	14%										
11																																			
	PM:																																		
Tempo de ciclo com esperas																																			
Tempo de ciclo sem esperas		232	237	231	214	205	232	211	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
REMARKES		f																																	
a		g																																	
b		h																																	
c		i																																	
d		j																																	
e		k																																	
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										M.Rep - Mínimo Repetível										m - Mínimo				M - Máximo		Variação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100							

## Anexo 22 - Método CPMG - MOT 2 - TA.

PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																							
Produto / referencia:		Posto: MOT 2 - TA																				Layout:			
Processo		Analisado por:																							
Data		Hora																							
Nr.	Operation élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %
1	Deslocamento Fim-Início + Deslocamento até motor	12	9	9	10	11	11																		
	PM: Inicia deslocamento para início	12	9	9	10	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					10	9	12	30%
2	Monta motor de arranque	25	22	22	22	23	21																		
	PM: Toca motor de arranque	37	31	31	32	34	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					22	21	25	18%
3	Monta e aperta motor de arranque	20	20	21	21	22	22																		
	PM: Toca pneumática p/ apertar motor	57	51	52	53	56	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					20	20	22	10%
4	Tira bujon, insere sonda e aperta	17	18	18	19	17	18																		
	PM: Toca pneumática p/ remover bujon	74	69	70	72	73	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					17	17	19	12%
5	Clipa cablaria e insere tubo de água	25	19	21	24	20	26																		
	PM: Larga pneumática p/ apertar sonda	99	88	91	96	93	98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					24	19	26	29%
6	Monta comando hidráulico + reniflard	25	31	26	30	26	26																		
	PM: Larga ferramenta de corte do tubo de água	124	119	117	126	119	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					26	25	31	23%
7	Monta suportes de transmissão e cx veloc	18	38	31	32	37	27																		
	PM: Larga makita	142	157	148	158	156	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					35	27	38	31%
8	Aperta filtro de ar + respiro de cx	11	11	11	10	13	11																		
	PM: Toca pneumática p/ apertar filtro	153	168	159	168	169	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					11	10	13	27%
9	Monta suportes alternador e compressor	20	17	20	16	21	17																		
	PM: Toca pneumática p/ aperto do respiro cx veloc	173	185	179	184	190	179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					17	16	21	29%
10	Aperta suporte do alternador e compressor	20	18	23	19	22	21																		
	PM: Toca pneumática p/ apertar suportes	193	203	202	203	212	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					21	18	23	24%
11	Monta e aperta compressor	25	26	26	25	25	25																		
	PM: Larga pneumática no contentor dos compressores	218	229	228	228	237	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					25	25	26	4%
Tempo de ciclo com esperas																						228	256		
Tempo de ciclo sem esperas		218	229	228	228	237	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					207	256		22%
REMARKS		f																							
a	Operador tem dificuldade em cumprir a cronologia. Causa falta de confiança e tempo desperdiçado em confil	g																							
b	Prepara excessivamente material em bordo de linha, criando falsa sensação de "adiantamento" (compressore	h																							
c		i																							
d		j																							
e		k																							
Legenda:		Variação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																							
		M - Máximo																							
		m - Mínimo																							
		M.Rep - Mínimo Repetível																							
		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																							



## Anexo 23 - Método CPMG MOT 2 - TB.

PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																							
Produto / referencia:		Posto: MOT 2 - TB																							
Processo		Analisado por:																							
Data		Layout:																							
		Hora																							
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %
1	Clipa cablaria	14	18	16	15	16	17	19																	
	PM: Larga sonda na banca	14	18	16	15	16	17	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0					16	14	19	31%
2	Monta + aperta motor de arranque	38	35	41	39	43	44	44																	
	PM: Toca no motor de arranque	52	53	57	54	59	61	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0					44	35	44	20%
3	Tira bujon, monta sonda e tubo água	26	29	24	29	34	29	34																	
	PM: Larga pneumática p/ motor de arranque	78	82	81	83	93	90	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0					29	24	34	34%
4	Monta comando hidráulico + reniflard	20	22	20	23	23	22	21																	
	PM: Larga ferramenta de corte do tubo de água	98	104	101	106	116	112	118	0	0	0	0	0	0	0	0	0					20	20	23	15%
5	Monta suporte cx veloc + suporte transmissão	40	38	33	39	36	36	38																	
	PM: Larga makita	138	142	134	145	152	148	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0					36	33	40	19%
6	Aperta filtro de ar + respiro cx velocidades	13	13	11	13	13	12	12																	
	PM: Toca pneumática p/ aperto filtro de ar	151	155	145	158	165	160	168	0	0	0	0	0	0	0	0	0					12	11	13	17%
7	Monta suporte alternador + suporte compressor	19	19	19	19	22	19	19																	
	PM: Toca pneumática p/ aperto do respiro	170	174	164	177	187	179	187	0	0	0	0	0	0	0	0	0					19	19	22	16%
8	Aperta suportes alternador e compressor	16	19	16	17	17	16	18																	
	PM: Toca pneumática p/ apertar suportes	186	193	180	194	204	195	205	0	0	0	0	0	0	0	0	0					16	16	19	19%
9	Aprov compressor	12	9		12	15	17	13																	
	PM: Larga pneumática p/ apertar suportes	198	202	180	206	219	212	218	0	0	0	0	0	0	0	0	0					16	9	17	50%
10	Monta + aperta compressor	5	7		6	6	7	7																	
	PM: Toca pneumática p/ aperto compressor	203	209	180	212	225	219	225	0	0	0	0	0	0	0	0	0					6	5	7	33%
11	Deslocamento p/ início	6	6		7	7	6	7																	
	PM: Larga pneumática p/ aperto compressor	209	215	180	219	232	225	232	0	0	0	0	0	0	0	0	0					6	6	7	17%
Tempo de ciclo com esperas																						220	192	245	
Tempo de ciclo sem esperas		209	215		219	232	225	218	0	0	0	0	0	0	0	0	0								24%
REMARKS																									
a	Hora 3 malfunctionamento cronómetro, perdi fases posteriores	g																							
b	Operador trabalha cumpre cronologia e não varia o seu método de trabalho	h																							
c		i																							
d		j																							
e		k																							
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point) M.Rep - Mínimo Repetível m - Mínimo M - Máximo Variância (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																							

## Anexo 24 - Método CPMG - MOT 3 - TA.

PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																								
Produto / referencia:		Posto: MOT 3 - TA																								
Processo		Analisado por:																								
Data		Layout:																								
Hora																										
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %	
1	Monta alternador + retira obturador vareta oleo e fita	34	31	32	40	39	29	33	37																	
	PM: Toca no parafuso p/ alternador	34	31	32	40	39	29	33	37	0	0	0	0	0	0	0							34	29	40	32%
2	Leitura + aperto do alternador	28	20	22	26	23	24	22	24																	
	PM: Toca no scanner de código de barras	62	51	54	66	62	53	55	61	0	0	0	0	0	0	0							22	20	28	36%
3	Monta tensor da correia e aperta tensor	22	28	27	27	29	21	27	26																	
	PM: Larga pneumática p/ aperto alternador	84	79	81	93	91	74	82	87	0	0	0	0	0	0	0							27	21	29	30%
4	Monta e aperta suportes motor e tubo ureia		48	42	43	45	46	45	43																	
	PM: Larga pneumática p/ aperto do tensor da correia	127	123	136	136	120	127	130	130	0	0	0	0	0	0	0							43	42	48	14%
5	Monta suporte do catalizador	19	21	23	25	20	25	23																		
	PM: Larga Bosch p/ apertar suportes	146	144	159	161	140	152	153	0	0	0	0	0	0	0	0							23	19	25	26%
6	Monta cablaria principal + aperta porca motor de arranque	30	33	35	33	32		37																		
	PM: Larga pneumática p/ apertar suporte catalizador	176	177	194	194	172		190	0	0	0	0	0	0	0	0							33	30	37	21%
7	Finaliza cablaria principal + ramal cablaria do motor	40	38	35	39	33		40																		
	PM: Desencosta chave p/ apertar porca motor de arranque	216	215	229	233	205		230	0	0	0	0	0	0	0	0							40	33	40	18%
8	Deslocamento para inicio	5	5	5	6	6		5																		
	PM: Larga chave p/ apertar motor de arranque	221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0							5	5	6	20%
9																										
		221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0								0	0	###
10																										
		221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0								0	0	###
11																										
		221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0								0	0	###
Tempo de ciclo com esperas																							227	199	253	
Tempo de ciclo sem esperas																										
		221	220	234	239	211		235	0	0	0	0	0	0	0	0										
REMARQUES		f																								
a	Hora 6 depois da bucha	g																								
b	Hora 7 malfuncionamento cronómetro perdi fases posteriores	h																								
c		i																								
d		j																								
e		k																								
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																								
		M.Rep - Mínimo Repetível																								
		m - Mínimo																								
		M - Máximo																								
		Variação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																								

## Anexo 25 - Método CPMG - MOT 3 - TB.

PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																								
Produto / referencia:		Posto: MOT 3 - TB																				Layout:				
Processo		Analísado por:																								
Data		Hora																								
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	mRep	m	M	V %	
1	Aprovisiona Alternador	17	22	23	23	21	21																			
	PM: Toca alternador	17	22	23	23	21	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						21	17	23	29%
2	Leitura + Aperto alternador	23	25	25	22	24	21																			
	PM: Toca scanner	40	47	48	45	45	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						23	21	25	17%
3	Monta tensor	7	7	8	11	9	10																			
	PM: Larga pneumática p/ apertar alternador	47	54	56	56	54	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						12	7	11	33%
4	Aperta tensor	17	16	20	16	17	22																			
	PM: Toca pneumática p/ apertar tensor	64	70	76	72	71	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						17	16	22	35%
5	Monta suportes mot+ureia+catalizador	28	27	33	31	28	32																			
	PM: Larga pneumática p/ apertar tensor	92	97	109	103	99	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						28	27	33	21%
6	Aperta suportes motor + ureia	30	28	29	31	33	32																			
	PM: Toca na Bosch	122	125	138	134	132	138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						31	28	33	16%
7	Aperta pernos do suporte catalizador	10	8	8	11	11	11																			
	PM: Larga Bosch	132	133	146	145	143	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						9	8	11	33%
8	Clipa cablaria principal	39	39	50	38	39	48																			
	PM: Larga pneumática p/ apertar sup catalizador	171	172	196	183	182	197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						39	38	39	3%
9	Clipa ramal + insere porcas	37	32	27	28	27	27																			
	PM: Último clip cablaria principal no compressor	208	204	223	211	209	224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						27	27	37	37%
10	Desloc/ início+aprov para alternador+tira fita e obtura	21	24	25	22	24	24																			
	PM: Larga chave para apertar porca motor de arranque	229	228	248	233	233	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						24	21	25	17%
11		229	228	248	233	233	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						0	0	0	###
	Tempo de ciclo com esperas																					231	231	259	21%	
	Tempo de ciclo sem esperas	229	228	248	233	233	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						231	210	259	21%
REMARKES		f																								
a	Já não se gasta braçadeiras BT mas ainda aparecem na FAV	g																								
b	Nota Qualidade: Pousa cablaria em cima do motor para não a pisar	h																								
c		i																								
d	Anomalia: Hora 3 caiu parafuso ao chão	j																								
e	Anomalia: Hora 6 porca não enroscava bem	k																								
Legenda:		M.Rep - Mínimo Repetível																								
		m - Mínimo																								
		M - Máximo																								
		Variação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																								

## Anexo 26 - Método CPMG - MOT 5 - TA

PSA PEUGEOT CITROËN																							MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO											
Seg	Posto: MOT 5 - TA																				Layout:													
Processo	Analisado por:																																	
Data	Hora																																	
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %									
1	Aprovisiona vareta do óleo + paraf + agrafos	28	26	27	29	28	28																											
	PM: Larga pneumática p/ aperto catalizador	28	26	27	29	28	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						28	26	29	11%								
2	Monta cabo negativo + aperto vareta do óleo	23	21	23	25	22	25																											
	PM: Toca cabo negativo	51	47	50	54	50	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						23	21	25	17%								
3	Monta platina	37	38	39	42	36	39																											
	PM: Larga Bosch	88	85	89	96	86	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						39	36	42	15%								
4	Retenção transmissão + agrafos	29	27	29	30	28	29																											
	PM: Larga martelo	117	112	118	126	114	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						29	27	30	10%								
5	Monta + estica correia	17	15	14	17	17	18																											
	PM: Toca ferramenta correia	134	127	132	143	131	139	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						17	14	18	24%								
6	Leitura p/ realizar apertos + apertos mot arranque	18	18	20	19	19	17																											
	PM: Larga scanner	152	145	152	162	150	156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						18	17	20	17%								
7	Aperto suprt intermédio do motor + suprt transmissão	24	24	24	24	24	25	24																										
	PM: Toca focus ESQ	176	169	176	186	175	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						24	24	25	4%								
8	Aperto eixo motor + alternador	29	29	30	31	33	28																											
	PM: Aperto último parafuso do suprt transmissão	205	198	206	217	208	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						29	28	33	17%								
9	Monta catalizador	32	33	35	31	29	31																											
	PM: Larga scanner	237	231	241	248	237	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						31	29	35	19%								
10																																		
		237	231	241	248	237	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0	0	###								
11																																		
		237	231	241	248	237	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							0	0	###								
	Tempo de ciclo com esperas																							238	257									
	Tempo de ciclo sem esperas																							222	257	15%								
REMARKES																																		
a	Medição ao longe: 216s   221s   227s	f																																
b		g																																
c		h																																
d		i																																
e		j																																
		k																																
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)																			M.Rep - Mínimo Repetível		m - Mínimo		M - Máximo		Variação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100							



**Anexo 28 - Método CPMG - MOT 7 - TA sem ecrã acústico.**

PSA PEUGEOT CITROËN

MEDICÇÃO DE TEMPOS DE CICLO

SEM ECRÃ ACÚSTICO		Posto: MOT 7 - TA																	Layout:									
Processo		Analisado por:																										
Data		Hora																										
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %			
1	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	7	8	7	7	7	8	6														7	6	8	29%		
	PM: Toca na tampa	7	7	8	7	7	7	8	6	0	0	0	0	0	0	0												
2	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	15	17	18	21	17	22	21	18																			
	PM: Clipa 1ª ficha	22	24	26	28	24	29	29	24	0	0	0	0	0	0	0							19	15	22	37%		
3	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	24	23	23	25	24	25	23	24																			
	PM: Tira mão da tampa alternador (depois de montar)	46	47	49	53	48	54	52	48	0	0	0	0	0	0	0							23	23	25	9%		
4	Re aperto braçadeira cat + compressor	12	10	10	11	11	13	11	10																			
	PM: Toca na chave p/ reaperto alternador	58	57	59	64	59	67	63	58	0	0	0	0	0	0	0												
5	Monta e aperta ecrã térmico	19	20	21	24	21	17	18	19																			
	PM: Larga chave de reaperto do compressor	77	77	80	88	80	84	81	77	0	0	0	0	0	0	0							20	17	24	35%		
6	Monta suporte tubo de água	12	11	11	11	12	12	12	10																			
	PM: Finaliza apertos ecrã térmico (último parafuso)	89	88	91	99	92	96	93	87	0	0	0	0	0	0	0							11	10	12	18%		
7	Verificação pontos de qualidade + passagem de porta	30	27	30	26	31	31		30																			
	PM: Larga Bosch (suporte)	119	115	121	125	123	127	93	117	0	0	0	0	0	0	0							30	26	31	17%		
8		119	115	121	125	123	127	93	117	0	0	0	0	0	0	0								0	31	###		
9																												
		119	115	121	125	123	127	93	117	0	0	0	0	0	0	0								0	0	###		
10	Coloca motor no transportador	17	19	18	15	16	18	17	17																			
	PM: Começa a empurra mesa	136	134	139	140	139	145	110	134	17	0	0	0	0	0	0							17	15	19	24%		
11	Aprovisiona novo motor disponível	18	19	21	15	17	18	26	23																			
	PM: Toca nos 2 botões p/ fechar janela   PM final: Col	154	153	160	155	156	163	136	157	39	0	0	0	0	0	0							20	15	26	55%		
	Tempo de ciclo com esperas																						157	157	211			
	Tempo de ciclo sem esperas	154	153	160	155	156	163		157	0	0	0	0	0	0	0										47%		
REMARKES											f																	
a	Medições 7,8 e 9 (mudança de apoio para caixa automática)										g																	
b											h																	
c											i																	
d											j																	
e											k																	
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Medasuring Point)																			M.Rep - Mínimo Respetível		m - Mínimo		M - Máximo		Valência (%): V = (M-m)/(M.Rep) x 100	

Anexo 29 - Método CPMG - MOT 7 - TB - sem ecrã acústico.

PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																							
Seg	SEM ECRÃ ACÚSTICO										Posto: MOT 7 - TB										Layout:				
Processo	Analisado por:																								
Data	Hora																								
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %
1	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	7	9	8	7	8	7	6	8	7	5	7	7	8	7	8	7	8	8					
	PM: Toca tampa alternador (kanban)	7	7	9	8	7	8	7	6	8	7	5	7	7	8	7	8	7	8	8			7	6	8
2	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	22	21	23	22	24	20	20	23	29	28	21	23	22	23	22	22	26	23	21					
	PM: Clipa 1ª ficha (som)	29	28	32	30	31	28	27	29	37	35	26	30	29	31	29	30	33	31	29			22	20	29
3	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	26	27	28	28	30	31	30	28	34		33	25	25	25	33	34	29	24	26					
	PM: Tira mão da tampa alternador (depois de montar)	55	55	60	58	61	59	57	57	71	35	59	55	54	56	62	64	62	55	55			25	24	34
4	Re aperto braçadeira cat + compressor	13	13	7	8	6	12	11	13	15			10	11	12	8	12	17	11	13					
	PM: Toca na chave p/ reaperto alternador	68	68	67	66	67	71	68	70	86	35	59	65	65	68	70	76	79	66	68			11	10	15
5	Monta ecrã térmico				17	19	20	19	20	23			20	22	21	28	24	25	23	19					
	PM: Larga chave	68	68	67	83	86	91	87	90	109	35	59	85	87	89	98	100	104	89	87			20	19	28
6	Monta suporte tubo água						10	10	15	11			11	12	11	13	8	12	11	10					
	PM: Finaliza apertos ecrã térmico (último parafuso)	68	68	67	83	86	101	97	105	120	35	59	96	99	100	111	108	116	100	97			13	8	15
7	Verifica pontos de qualidade + passagem de porta							26	28	29			23	25	25	20	26	27	25	22					
	PM: Larga bosch (suporte)	68	68	67	83	86	101	123	133	149	35	59	119	124	125	131	134	143	125	119			25	20	29
8																									
		68	68	67	83	86	101	123	133	149	35	59	119	124	125	131	134	143	125	119			0	0	###
9																									
		68	68	67	83	86	101	123	133	149	35	59	119	124	125	131	134	143	125	119			0	0	###
10	Coloca motor no transportador							18	18	16			17	18	17	18	19	21	19	15					
	PM: Começa a empurrar mesa	68	68	67	83	86	101	141	151	165	35	59	136	142	142	149	153	164	144	134			18	15	21
11	Aprovisiona novo motor disponível							20	21	20			21	20	19	22	20	22	22	22					
	PM: Toca nos 2 botões p/ fechar janela   PM final: Col	68	68	67	83	86	101	161	172	185	35	59	157	162	161	171	173	186	166	156			20	19	22
	Tempo de ciclo com esperas																						161	201	
	Tempo de ciclo sem esperas	68	68	67	83	86	101	161	172	185	35	59	157	162	161	171	173	186	166	156			141	141	37%
REMARKES																									
a		f																							
b		g																							
c		h																							
d		i																							
e		j																							
		k																							
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										m - Mínimo										M - Máximo		Variação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100	

Anexo 30 - Método CPMG - MOT 7 - TA com ecrã acústico.

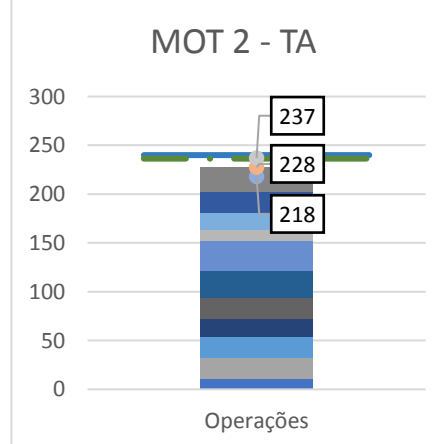
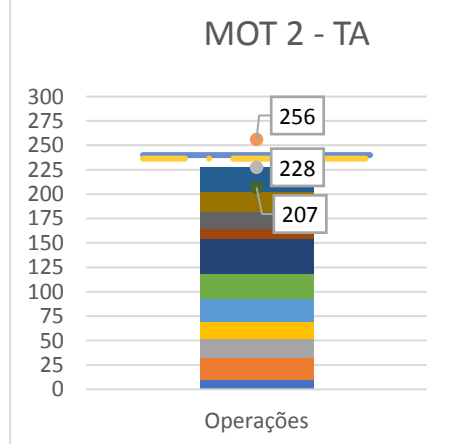
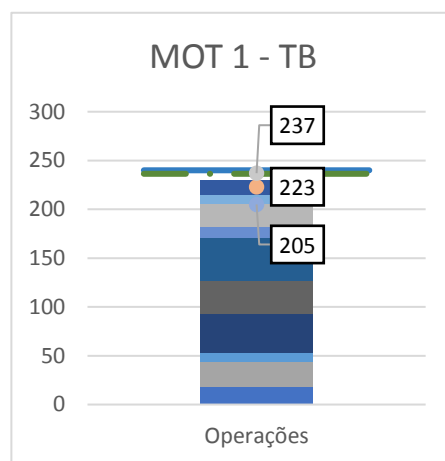
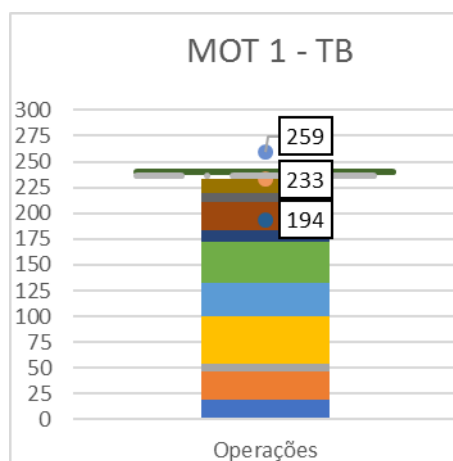
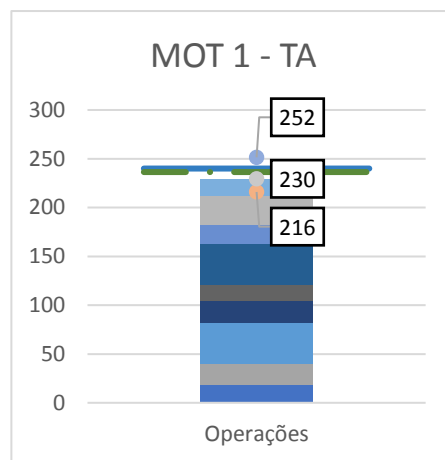
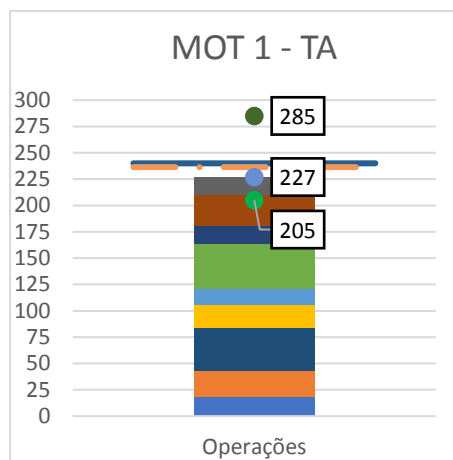
PSA PEUGEOT CITROËN																						MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																					
Seg		COM ECRÃ ACÚSTICO										Posto: MOT 7 - TB										Layout:																					
Processo		Analísado por:																																									
Data		Hora																																									
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m	Rep	M	V %																		
0	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	7	8	7	7	7	8																																			
	PM: Toca na tampa alternador	7	7	8	7	7	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0							7	7	8	14%																	
1	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	15	17	18	21	17	22	21																																			
	PM: Clipa 1ª ficha	22	24	26	28	24	29	29	0	0	0	0	0	0	0	0								21	15	22	33%																
2	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	24	23	23	25	24	25	23																																			
	PM: Tira mão da tampa alternador (depois de montar)	46	47	49	53	48	54	52	0	0	0	0	0	0	0	0							23	23	25	9%																	
3	Re aperto braçadeira cat + compressor	12	10	10	11	11	13	11																																			
	PM: Toca na chave p/ reaperto alternador	58	57	59	64	59	67	63	0	0	0	0	0	0	0	0								10	10	13	30%																
4	Monta e aperta ecrã térmico	19	20	21	24	21	17	18																																			
	PM: Larga chave de reaperto do compressor	77	77	80	88	80	84	81	0	0	0	0	0	0	0	0								20	17	24	35%																
5	Monta suporte tubo de água	12	10	11	11	12	12	12																																			
	PM: Finaliza apertos ecrã térmico (último parafuso)	89	87	91	99	92	96	93	0	0	0	0	0	0	0	0								11	10	12	18%																
6	Monta Suportes ecrã acústico	32	34	35	36	34	32	35																																			
	PM: Toca suportes (kanban)	121	121	126	135	126	128	128	0	0	0	0	0	0	0	0									32	32	36	13%															
7	Verificação pontos de qualidade + passagem de porta	37	28	22	35	21	23	23																																			
	PM: Larga Bosch	158	149	148	170	147	151	151	0	0	0	0	0	0	0	0									30	21	31	33%															
8	Monta ecrã	13	11	10	11	12	12	13																																			
	PM: Larga marcador	171	160	158	181	159	163	164	0	0	0	0	0	0	0	0									11	10	13	27%															
9	Coloca motor no transportador	17	19	18	15	16	18	17	17																																		
	PM: Começa a empurrar mesa	188	179	176	196	175	181	181	17	17	0	0	0	0	0	0									17	15	19	24%															
10	Aprovisiona novo motor disponível	18	19	21	15	17	18	26	23	22																																	
	PM: Toca nos 2 botoes p/ fechar janela   PM final: Col	206	198	197	211	192	199	207	40	39	0	0	0	0	0	0									19	15	21	32%															
	Tempo de ciclo com esperas																								201	175	224	24%															
	Tempo de ciclo sem esperas	206	198	197	211	192	199	207	0	0	0	0	0	0	0	0																											
REMARKES																																											
a																																											
b	Hora 7 - motor caixa automática																																										
c	Hora 8 - motor caixa automática																																										
d	Hora 9 - transição de motor cx auto para normal																																										
e																																											
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										M.Rep - Mínimo Repetível										m - Mínimo		M - Máximo		Variação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100																	

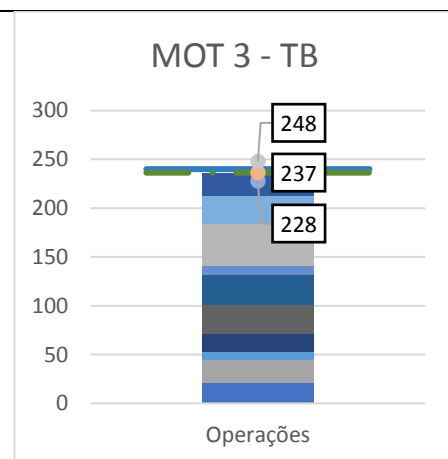
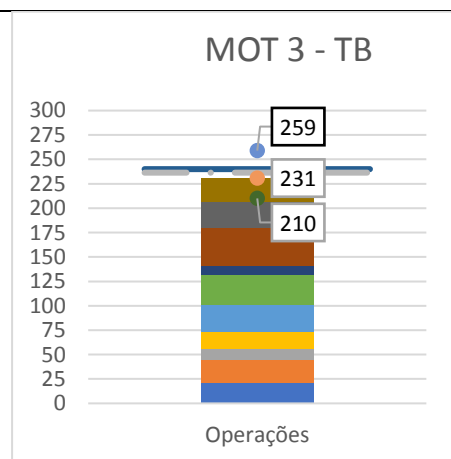
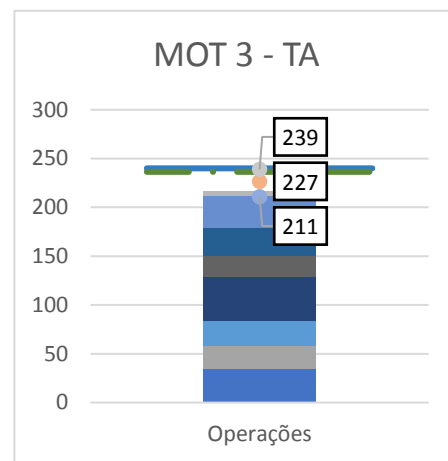
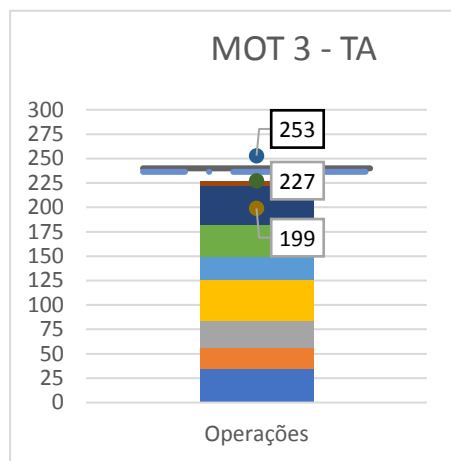
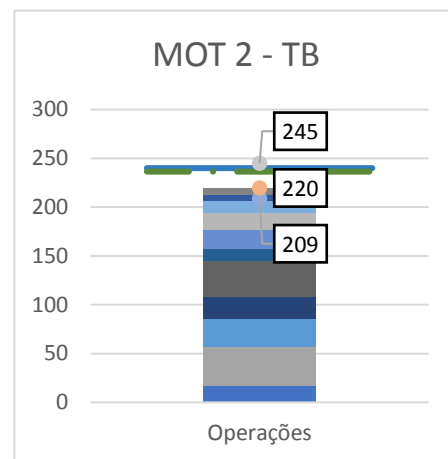
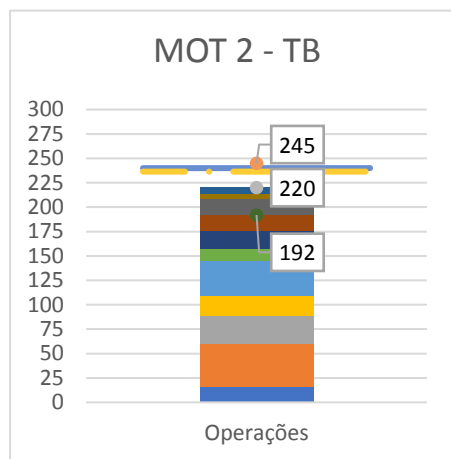


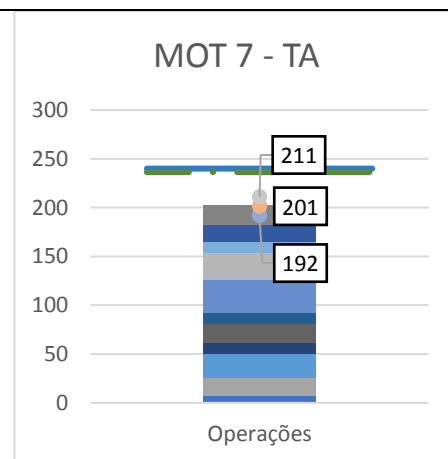
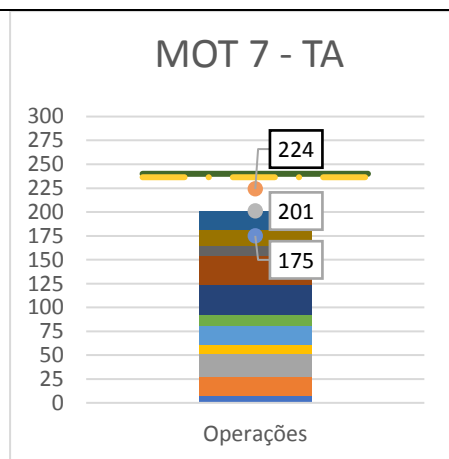
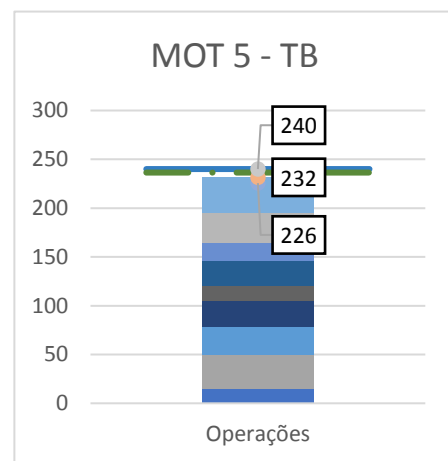
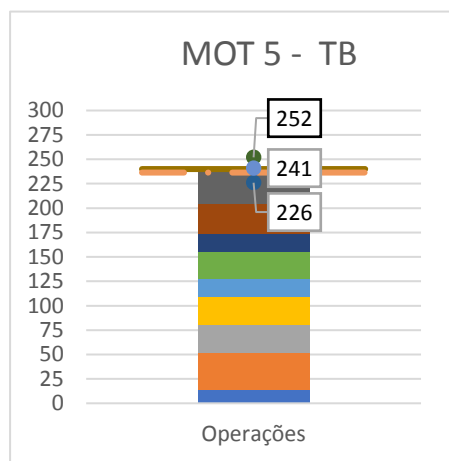
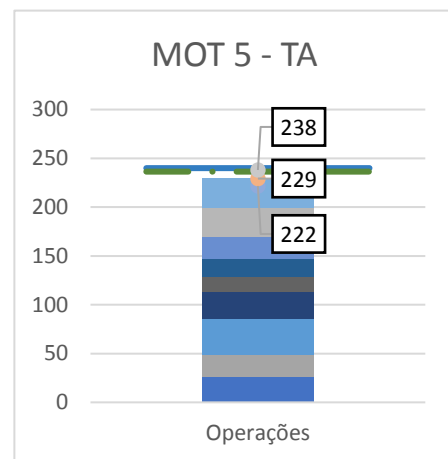
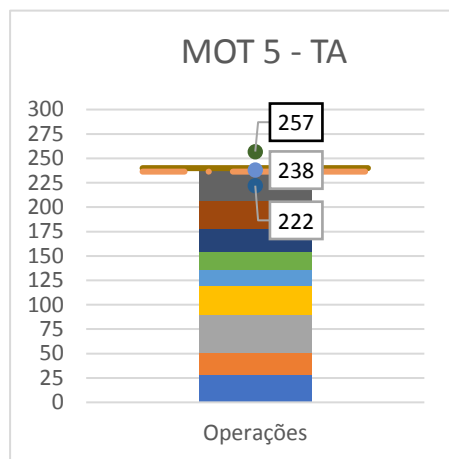
Anexo 31 - Método CPMG - MOT 7 - TB com ecrã acústico.

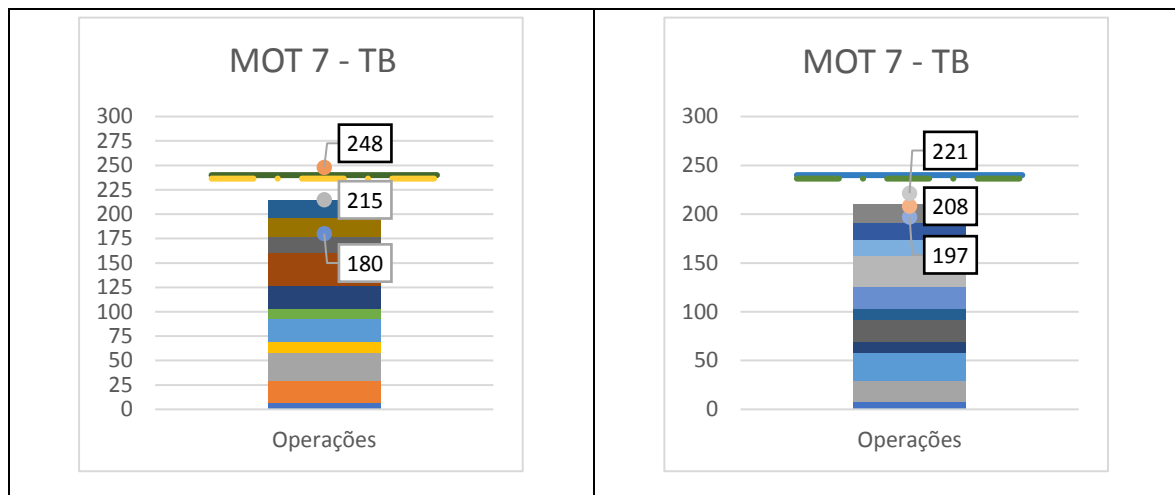
PSA PEUGEOT CITROËN		MEDIÇÃO DE TEMPOS DE CICLO																							
Seg	Processo	COM ECRÁ ACÚSTICO										Posto: MOT 7 - TB										Layout:			
Data		Analisado por:																							
		Hora																							
Nr.	Opération élémentaire	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	m.Rep	m	M	V %
1	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	7	8	7	8	8															7	7	8	14%
2	PM: Toca tampa alternador																								
	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx pré aquec + tampa	23	22	26	23	21																			
	PM: Clipa 1ª ficha	30	29	30	33	31	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0						22	21	26	23%
3	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	25	33	34	29	24	26																		
	PM: Tira mão da tampa alternador (depois de montar)	55	62	64	62	55	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0						29	24	34	35%
4	Re aperto braçadeira cat + compressor	10	8	12	17	11	13																		
	PM: Toca na chave p/ reaperto alternador	65	70	76	79	66	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0						12	8	17	76%
5	Monta ecrã térmico	20	28	24	25	23	19																		
	PM: Larga chave p/ aperto compressor	85	98	100	104	89	87	0	0	0	0	0	0	0	0	0						23	19	28	39%
6	Aprovisiona + monta suporte tubo água	11	13	8	12	11	10																		
	PM: Finaliza apertos ecrã térmico (último parafuso)	96	111	108	116	100	97	0	0	0	0	0	0	0	0	0						11	8	13	45%
7	Monta suportes ecrã acústico	23	20	26	27	25	22																		
	PM: Toca suporte	119	131	134	143	125	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0						24	20	27	29%
8	Verifica pontos de qualidade + passagem de porta	30	33	34	34	30	33																		
	PM: Larga bosch	149	164	168	177	155	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0						33	30	31	3%
9	Monta ecrã acústico	17	15	13	19	16	18																		
	PM: Larga marcador branco (suporte)	166	179	181	196	171	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0						16	13	19	37%
10	Coloca motor no transportador	17	19	18	15	16	18	17	17	17															
	PM: Empurra mesa	183	198	199	211	187	188	17	17	17	0	0	0	0	0	0						20	15	19	20%
11	Aprovisiona novo motor	18	19	21	15	17	18	26	23	22															
	PM: Fecha janela   PM final: Coloca ganchos no rail	201	217	220	226	204	206	43	40	39	0	0	0	0	0	0						18	15	26	61%
	Tempo de ciclo com esperas																					215	248		
	Tempo de ciclo sem esperas	201	217	220	226	204	206	43	0	0	0	0	0	0	0	0									
REMARKS		f																							
a	Hora 6 - op logistica trouxe catalizador recuperado	g																							
b	Hora 2 - sem compressor	h																							
c	No tempo disponível operador prepara o conjunto agrafo+suporte metal tubo de agua	i																							
d		j																							
e		k																							
Legenda:		PM - Ponto de Medição (Measuring Point)										M - Mínimo										Variação (%): V = ((M-m)/M.Rep) x 100			
		M.Rep - Mínimo Repetível										m - Mínimo													

**Anexo 32 - Comparação de método CPMG(esquerda) vs Método estudo de tempos (direita) - Yamazumi posto a posto.**
























Anexo 33 - Matriz de decisão MOT 1.

PSA PEUGEOT CITROËN										ESCOLHA DA MELHOR PRÁTICA			
OP Equipa		MOT 1 TA		OP Equipa		MOT 1 TB		OP Equipa					
		Estado	Motivo	Estado	Motivo	Estado	Motivo						
Ergonomia  Segurança	(+)			(-)									
 Qualidade	(+)			(-)	Risco de qualidade e segurança: Não realiza pré-apertos com a aparafusadora indicada.								
 Performance	(-)	Mínimo repetível: 227 Mínimo: 205 Máximo: 285 Notas:		(+)	Mínimo repetível: 233 Mínimo: 194 Máximo: 259 Notas:								
 Ambiente													
 Boas práticas	(+)	Notas: Cumpre a cronologia e realiza aperto com a máquina correta											

Anexo 34 - Matriz de decisão MOT 2.






PSA PEUGEOT CITROËN		ESCOLHA DA MELHOR PRÁTICA					
		MOT 2		MOT 2		OP	
		OP Equipa	TA	OP Equipa	TB	OP Equipa	Motivo
		Estado	Motivo	Estado	Motivo	Estado	Motivo
<b>Ergonomia</b>  <b>Segurança</b>	(-)	Operador tem dificuldade em cumprir a cronologia, perde confiança no seu trabalho o que o obriga a confirmar o seu trabalho (perda de tempo). Pode ainda potenciar a não realização de operações	(+)				
	(-)	O operador trabalha a um ritmo notoriamente mais elevado o que aumenta a componente de stress e nervosismo que, por sua vez, pode potenciar erros/defeitos	(+)				
 <b>Qualidade</b>	(-)	Mínimo repetível: 228 Mínimo: 207 Máximo: 256 Notas:	(+)	Mínimo repetível: 220 Mínimo: 192 Máximo: 245 Notas:			
 <b>Performance</b>	(-)	Causa: Perde muito tempo a preparar compressores em bordo de linha. Falsa sensação de adiamento de trabalho.	(+)	Operador cumpre a cronologia, consequentemente, consegue realizar o seu trabalho a um ritmo normal, sem nervosismo, o que potencia menor probabilidade de erro. Consegue ainda obter melhor performance, sendo que o mínimo repetível é inferior -8s			
 <b>Ambiente</b>	(-)						
 <b>Boas práticas</b>	(-)						

Anexo 35 - Matriz de decisão MOT 3.






PSA PEUGEOT CITROËN										ESCOLHA DA MELHOR PRÁTICA			
	OP	MOT 3		OP	MOT 3		OP	MOT 3		OP			
	Equipa	TA		Equipa	TB		Equipa	TB		Equipa			
	Estado	Motivo		Estado	Motivo		Estado	Motivo		Estado	Motivo		
Ergonomia  Segurança	(+)			(+)									
 Qualidade	(+)			(+)									
Performance 	(+)	Mínimo repetível: 227 Mínimo: 199 Máximo: 253 Notas:		(-)	Mínimo repetível: 231 Mínimo: 210 Máximo: 259 Notas:								
Ambiente 	(+)			(+)									
Boas práticas 	(+)	Boa prática: Coloca cabo positivo sobre o motor de forma a eliminar o risco de, acidentalmente pisar com o pé e danificar a peça.											



Anexo 36 - Matriz de decisão MOT 5.

PSA PEUGEOT CITROËN		ESCOLHA DA MELHOR PRÁTICA			
		MOT 5		MOT 5	
		OP	TA	OP	TB
		Equipa	Motivo	Equipa	Motivo
		Estado		Estado	
					Motivo
Ergonomia  Segurança	(+)			(-)	Aprovisiona excessivamente vareta do óleo, platina, parafusos e agraços. Baixa ergonomia e risco de segurança (pode deixar cair peça)
	(+)			(-)	Risco de qualidade: Pode deixar cair peça e estragar.
Qualidade 	(+)			(-)	Mínimo repetível: 241 Mínimo: 226 Máximo: 252 Notas:
	(+)			(+)	
Performance 	(+)			(+)	
	(+)			(+)	
Ambiente 	(+)			(+)	
	(+)			(+)	
Boas práticas 	(+)			(+)	
	(+)			(+)	

Anexo 37 - Matriz de decisão MOT 7.

PSA PEUGEOT CITROËN						ESCOLHA DA MELHOR PRÁTICA					
	OP	MOT 7	OP	MOT 7	OP						
	Equipa	TA	Equipa	TB	Equipa						
	Estado	Motivo	Estado	Motivo	Estado						
Ergonomia	(+)		(+)								
											
Segurança											
	(+)		(+)								
Qualidade											
	(+)	Mínimo repetível: 201 Mínimo: 175 Máximo: 224 Notas:	(-)	Mínimo repetível: 215 Mínimo: 180 Máximo: 248 Notas:							
Performance											
	(+)		(+)								
Ambiente											
	(+)	Realiza 5S no posto quando tem disponibilidade									
Boas práticas											

### Anexo 38 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 1.

[illegible]

### Anexo 39 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 2.

[illegible]

### Anexo 40 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 3.

[illegible]

**Anexo 41 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 5.**

[illegible]

## Anexo 42 - Esquema cronológico dinâmico - MOT 7.

[illegible]

**Anexo 43 - Lista de operações da linha de preparação de motores.**

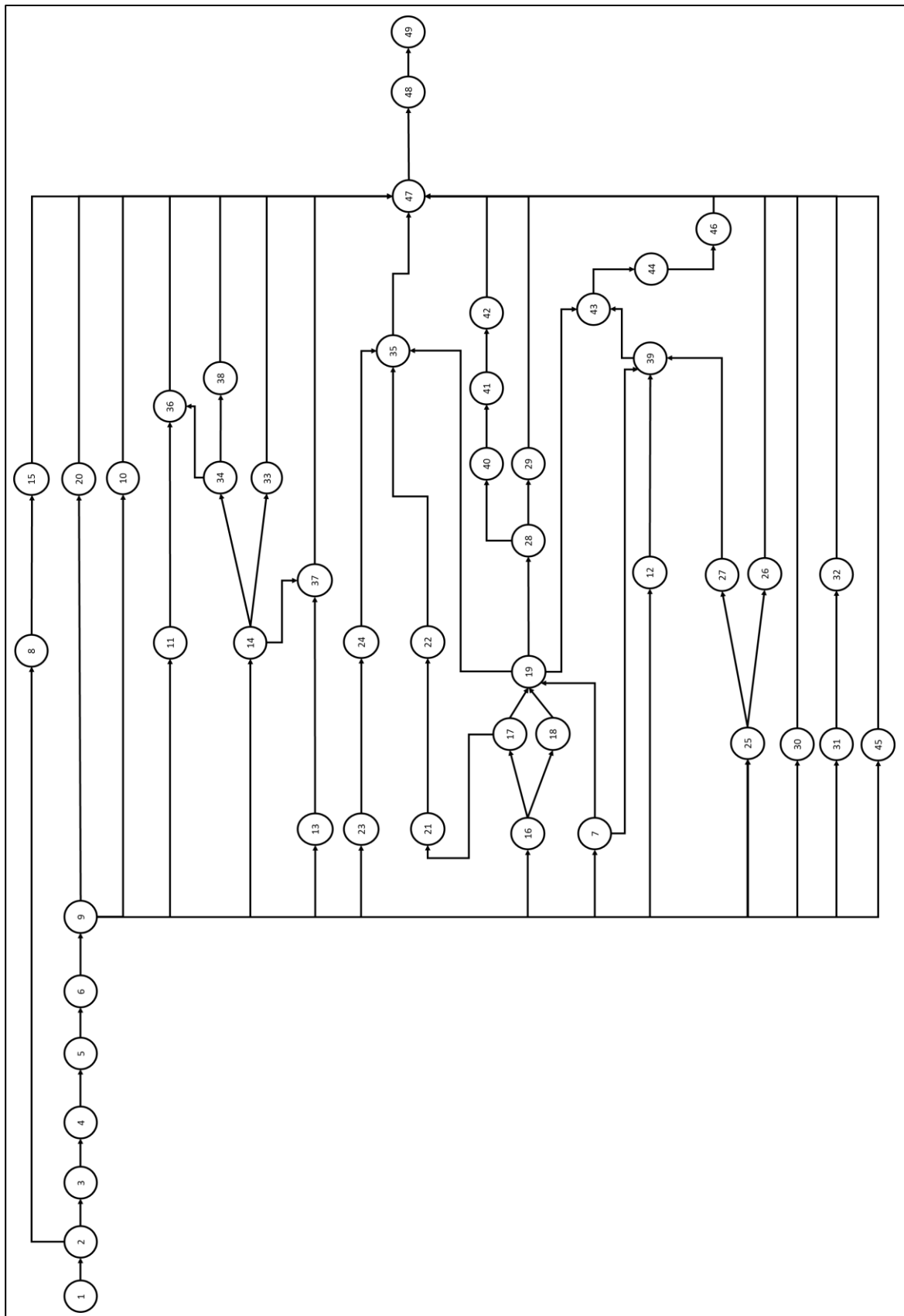
Nº Operação	Tempo	Precedência	RPW	Operações
1	17	-	1073	Deslocamento p/ aprovisionar motor
2	18	1	1056	Aprovisiona Motor
3	25	2	1008	Aperta pernos e coloca tubo ureia
4	41	3	983	Aprovisiona Caixa + Leitura
5	22	4	942	Prepara caixa (direciona parafusos)
6	15	5	920	Pré-aperto central c/ makita
7	42	9	346	Apertos caixa
8	18	2	83	Monta filtro de ar
9	29	6	905	Coloca fav e motor nos ganchos
10	16	9	69	Clipa cablaria
11	44	9	115	Monta + aperta motor de arranque
12	29	9	153	Tira bujon, monta sonda e tubo água
13	20	9	97	Monta comando hidráulico + reniflard
14	36	9	228	Monta suporte cx veloc + suporte transmissão
15	12	8	65	Aperta filtro de ar + respiro cx velocidades
16	19	9	284	Monta suporte alternador + suporte compressor
17	16	16	249	Aperta suportes alternador e compressor
18	16	16	249	Aprov compressor
19	6	18,17	233	Monta + aperta compressor
20	8	9	61	Clipar fichas de motor T
21	21	17	114	Aprovisiona Alternador
22	23	21	93	Leitura + Aperto alternador
23	12	9	99	Monta tensor
24	17	23	87	Aperta tensor
25	28	9	192	Monta suportes mot+ureia+catalizador
26	31	25	84	Aperta suportes motor + ureia
27	9	25	133	Aperta pernos do suporte catalizador
28	39	19	119	Monta cabo positivo
29	27	28	80	Clipa ramal + insere porcas
30	24	9	77	Desloc/ início+aprov paraf alternador+tira fita e obturador vareta do oleo
31	28	9	104	Aprovisiona vareta do óleo + paraf + agrafo
32	23	31	76	Monta cabo negativo + aperto vareta do óleo
33	39	14	92	Monta platina
34	29	14	111	Retenção transmissão + agrafo
35	17	19,22,24	70	Monta + estica correia
36	18	36, 11	71	Leitura p/ realizar apertos + apertos mot arranque
37	24	13	77	Aperto suprt intermédio do motor + suprt transmissão
38	29	34	82	Aperto eixo motor + alternador
39	31	7,12,27	124	Monta catalizador
40	7	28	104	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento
41	21	40	97	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa
42	23	41	76	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água
43	10	19 e 39	93	Re aperto braçadeira cat + compressor
44	20	43	83	Monta e aperta ecrã térmico
45	11	9	64	Monta suporte tubo de água
46	10	44	63	Monta Suportes ecrã acústico
47	30	46,42,29, 26,32,30, 45,37,33, 38,36,10, 20,15	53	Verificação pontos de qualidade + passagem de porta
48	3	47	23	Monta ecrã
49	20	48	20	Coloca motor no transportador



**Anexo 44 - Lista de operações ordenada por ordem descendente de RPW.**

Nº Operação	Tempo	Precedência	RPW
1	17	-	1073
2	18	1	1056
3	25	2	1008
4	41	3	983
5	22	4	942
6	15	5	920
9	29	6	905
7	42	9	346
16	19	9	284
17	16	16	249
18	16	16	249
19	6	18,17	233
14	36	9	228
25	28	9	192
12	29	9	153
27	9	25	133
39	31	7,12,27	124
28	39	19	119
11	44	9	115
21	21	17	114
34	29	14	111
31	28	9	104
40	7	28	104
23	12	9	99
13	20	9	97
41	21	40	97
22	23	21	93
43	10	19 e 39	93
33	39	14	92
24	17	23	87
26	31	25	84
8	18	2	83
44	20	43	83
38	29	34	82
29	27	28	80
30	24	9	77
37	24	13	77
32	23	31	76
42	23	41	76
36	18	36, 11	71
35	17	19,22,24	70
10	16	9	69
15	12	8	65
45	11	9	64
46	10	44	63
20	8	9	61
47	30	46,42,29, 26,32,30, 45,37,33, 38,36,10, 20,15	53
48	3	47	23
49	20	48	20

**Anexo 45 - Diagrama de Precedências - Linha de preparação de motores.**



**Anexo 46 - Balanceamento inicial linha de preparação de motores.**

MOT 1 - TA	TEMPO	MOT 2 - TB	TEMPO	MOT 3 - TB	TEMPO	MOT 5 - TA	TEMPO	MOT 7 - TA	TEMPO	Ajustes
221		214		231		238		156		
Aprovisiona Motor	18	Clipa cablaria	16	Aprovisiona Alternador	21	Aprovisiona vareta do óleo + paraf + agrafo	28	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	
Aperta 2 pernos	8	Monta + aperta motor de arranque	44	Leitura + Aperto alternador	23	Monta cabo negativo + aperto vareta do óleo	23	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	21	
monta tubo ureia	11	Tira bujon, monta sonda e tubo água	29	Monta tensor	12	Monta platina	39	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	23	
Aprovisiona Caixa + Leitura	41	Monta comando hidráulico + reniflard	20	Aperta tensor	17	Leitura p/ realizar apertos + apertos mot arranque	18	Re aperto braçadeira cat + compressor	10	
Prepara caixa (direciona parafusos)	22	Aperta filtro de ar + reniflard	12	Monta suportes mot+ureia+catalizador	28	Aperto suprt intermédio do motor + suprt transmissão	24	Monta e aperta ecrã térmico	20	
Pré-aperto central c/ makita	15	Monta suporte alternador + suporte compressor	19	Aperta suportes motor + ureia	31	Aperto eixo motor + alternador	29	Monta suporte tubo de água	11	
Apertos caixa	42	Aperta suportes alternador e compressor	16	Aperta pernos do suporte catalizador	9	Retenção transmissão + agrafo	29	Monta Suportes ecrã acústico	32	10
Monta filtro de ar	18	Monta suporte cx veloc + suporte transmissão	36	Monta cabo positivo	39	Monta + estica correia	17	Verificação pontos de qualidade + passagem de porta	30	
Coloca fav e motor nos ganchos	29	Aprov compressor	16	Clipa ramal + insere porcas	27	Monta catalizador	31	Monta ecrã	11	3
Deslocamento p/ aprovisionar motor	17	Monta + aperta compressor	6	Desloc/ inicio+aprov paraf alternador+tira fita e obturador vareta do oleo	24			Coloca motor no transportador	20	

**Anexo 47 - Proposta 1 - Balanceamento da linha de preparação de motores.**

MOT 1 - TA	TEMPO	MOT 2 - TB	TEMPO	MOT 3 - TB	TEMPO	MOT 5 - TA	TEMPO	MOT 7 - TA	TEMPO	Ajustes
128		238		232		229		233		
Aprovisiona Motor	18	monta tubo ureia	11	Aperta filtro de ar + reniflard	12	Monta suportes mot+ureia+catalizador	28	Retenção transmissão + agraços	29	
Aperta 2 pernos	8	Prepara caixa (direciona parafusos)	22	Monta suporte alternador + suporte compressor	19	Aperta suportes motor + ureia	31	Monta + estica correia	17	
Aprovisiona Caixa + Leitura	41	Apertos caixa	42	Aperta suportes alternador e compressor	16	Aperta pernos do suporte catalizador	9	Monta catalizador	31	
Pré-aperto central c/ makita	15	Monta filtro de ar	18	Aprov compressor	16	Aprovisiona vareta do óleo + paraf + agraços	28	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	
Coloca fav e motor nos ganchos	29	Clipa cablaria	16	Monta + aperta compressor	6	Monta cabo negativo + aperto vareta do óleo	23	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	21	
Deslocamento p/ aprovisionar motor	17	Monta + aperta motor de arranque	44	Aprovisiona Alternador	21	Monta platina	39	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	23	
		Tira bujon, monta sonda e tubo água	29	Leitura + Aperto alternador	23	Leitura p/ realizar apertos + apertos mot arranque	18	Re aperto braçadeira cat + compressor	10	
		Monta comando hidráulico + reniflard	20	Monta tensor	12	Aperto suprt intermédio do motor + suprt transmissão	24	Monta e aperta ecrã térmico	20	
		Monta suporte cx veloc + suporte transmissão	36	Aperta tensor	17	Aperto eixo motor + alternador	29	Monta suporte tubo de água	11	
				Monta cabo positivo	39			Monta Suportes ecrã acústico	32	10
				Clipa ramal + insere porcas	27			Verificação pontos de qualidade + passagem de porta	30	
				Desloc/ inicio+aprov paraf alternador+tira fita e obturador vareta do óleo	24			Monta ecrã	11	3
								Coloca motor no transportador	20	

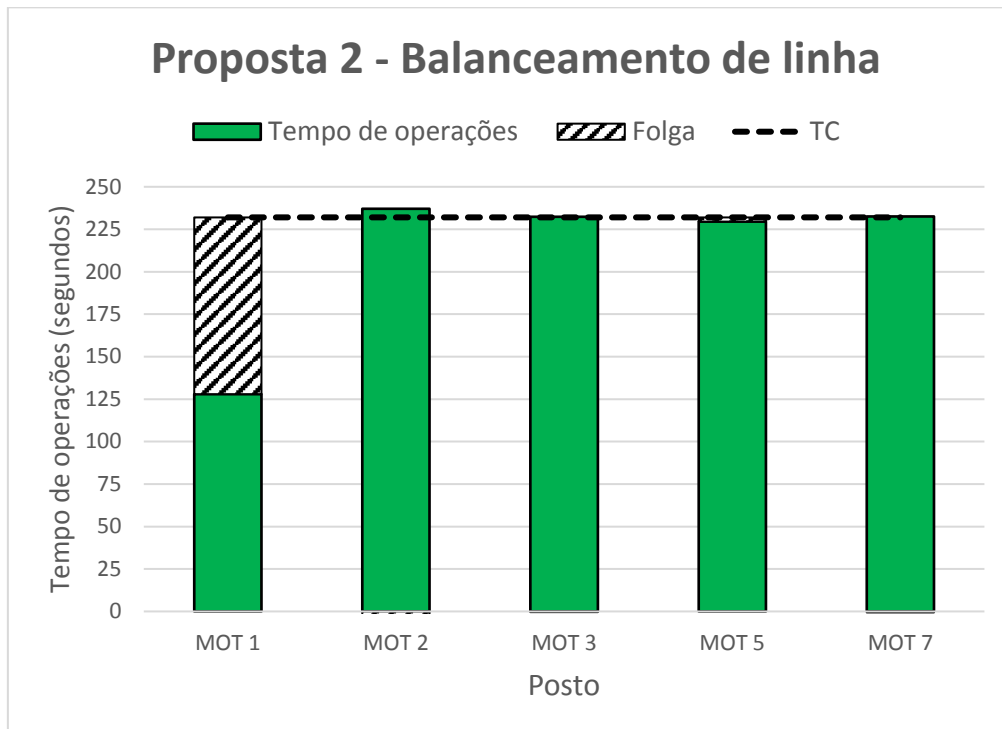
**Anexo 48 – Proposta 2 – Balanceamento da linha de preparação de motores.**

MOT 1 - TA	TEMPO	MOT 2 - TB	TEMPO	MOT 3 - TB	TEMPO	MOT 5 - TA	TEMPO	MOT 7 - TA	TEMPO	Ajustes
128		237		232		230		233		
Aprovisiona Motor	18	monta tubo ureia	11	Aperta filtro de ar + reniflard	12	Monta tensor	12	Monta retenção transmissão + agraços	29	
Deslocamento p/ aprovisionar motor	17	Prepara caixa (direciona parafusos)	22	Monta suporte cx veloc + suporte transmissão	36	Aperta tensor	17	Monta + estica correia	17	
Aperta 2 pernos	8	Apertos caixa	42	Aprov compressor	16	Aperta suportes motor + ureia	31	Monta catalizador	31	
Aprovisiona Caixa + Leitura	41	Monta filtro de ar	18	Monta + aperta compressor	6	Aperta pernos do suporte catalizador	9	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	
Pré-aperto central c/ makita	15	Clipa cablaria	16	Aprovisiona Alternador	21	Aprovisiona vareta do óleo + paraf + agraços	28	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	21	
Coloca fav e motor nos ganchos + nova fav	29	Monta + aperta motor de arranque	44	Leitura + Aperto alternador	23	Monta cabo negativo + aperto vareta do óleo	23	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	23	
		Tira bujon, monta sonda e tubo água	29	Monta cabo positivo	39	Monta platina	39	Re aperto braçadeira cat + compressor	10	
		Monta comando hidráulico + reniflard	20	Clipa ramal + insere porcas	27	Leitura p/ realizar apertos + apertos mot arranque	18	Monta e aperta ecrã térmico	20	
		Monta suporte alternador + suporte compressor	19	Monta suportes mot+ureia+catalizador	28	Aperto suprt intermédio do motor + suprt transmissão	24	Monta suporte tubo de água	11	
		Aperta suportes alternador e compressor	16	Desloc/ inicio+aprov paraf alternador+tira fita e obturador vareta do óleo	24	Aperto eixo motor + alternador	29	Monta Suportes ecrã acústico	32	10
								Verificação pontos de qualidade + passagem de porta	30	
								Monta ecrã acústico	11	3
								Coloca motor no transportador	20	

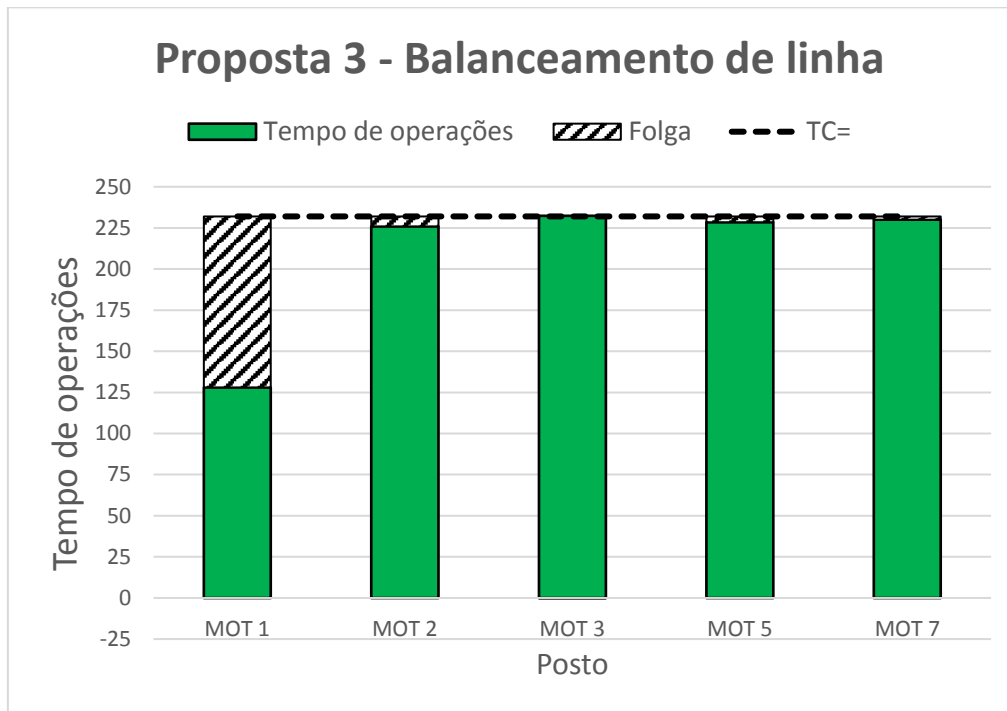
**Anexo 49 - Proposta 3 - Balanceamento da linha de preparação de motores.**

MOT 1 - TA	TEMPO	MOT 2 - TB	TEMPO	MOT 3 - TB	TEMPO	MOT 5 - TA	TEMPO	MOT 7 - TA	TEMPO	Ajustes
128	104	226	6	232	0	229	4	230	2	
Aprovisiona Motor	18	monta tubo ureia	11	Monta filtro de ar	18	Monta suportes mot+ureia+catalizador	28	Aperta filtro de ar + reniflard	12	
Aperta 2 pernos	8	Prepara caixa (direciona parafusos)	22	Tira bujon, monta sonda e tubo água	29	Aperta suportes motor + ureia	31	Monta + estica correia	17	
Aprovisiona Caixa + Leitura	41	Apertos caixa	42	Aprov compressor	16	Aperta pernos do suporte catalizador	9	Monta catalizador	31	
Pré-aperto central c/ makita	15	Clipa cablaria	16	Monta + aperta compressor	6	Aprovisiona vareta do óleo + paraf + agrafo	28	Retenção transmissão + agrafo	29	
Coloca fav e motor nos ganchos	29	Monta + aperta motor de arranque	44	Aprovisiona Alternador	21	Monta cabo negativo + aperto vareta do óleo	23	Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento	7	
Deslocamento p/ aprovisionar motor	17	Monta suporte cx veloc + suporte transmissão	36	Leitura + Aperto alternador	23	Monta platina	39	1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa	21	
		Monta suporte alternador + suporte compressor	19	Monta tensor	12	Leitura p/ realizar apertos + apertos mot arranque	18	2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água	23	
		Aperta suportes alternador e compressor	16	Aperta tensor	17	Aperto suprt intermédio do motor + suprt transmissão	24	Re aperto braçadeira cat + compressor	10	
		Monta comando hidráulico + reniflard	20	Monta cabo positivo	39	Aperto eixo motor + alternador	29	Monta e aperta ecrã térmico	20	
				Clipa ramal + insere porcas	27			Monta Suportes ecrã acústico	32	10
				Desloc/ inicio+aprov paraf alternador+tira fita e obturador vareta do óleo	24			Verificação pontos de qualidade + passagem de porta	30	
								Coloca motor no transportador	20	

Anexo 50 - Proposta 2 - Balanceamento de linha.



Anexo 51 - Proposta 3 - Balanceamento de linha.






**Anexo 52 - Proposta RPW – Lista de Operações.**

Posto 1	Operação	Duração	Folga	Tempo Total	Operações
	1	17	133	145	Deslocamento p/ aprovisionar motor
	2	18	115		Aprovisiona Motor
	3	25	90		Aperta pernos e coloca tubo ureia
	4	41	49		Aprovisiona Caixa + Leitura
	6	15	34		Pré-aperto central c/ makita
	9	29	5		Coloca fav e motor nos ganchos
Posto 2					
	7	42	198	232	Apertos caixa
	16	19	179		Monta suporte alternador + suporte compressor
	17	16	163		Aperta suportes alternador e compressor
	18	16	147		Aprov compressor
	19	6	141		Monta + aperta compressor
	14	36	105		Monta suporte cx veloc + suporte transmissão
	25	28	77		Monta suportes mot+ureia+catalizador
	12	29	48		Tira bujon, monta sonda e tubo água
	27	9	39		Aperta pernos do suporte catalizador
	39	31	8		Monta catalizador
Posto 3					
	28	39	201	231	Monta cabo positivo
	11	44	157		Monta + aperta motor de arranque
	21	21	136		Aprovisiona Alternador
	34	29	107		Retenção transmissão + agrafos
	31	28	79		Aprovisiona vareta do óleo + paraf + agrafos
	40	7	72		Aprovisiona cabo + tampa altern + cx pré aquecimento
	23	12	60		Monta tensor
	13	20	40		Monta comando hidráulico + reniflard
	41	21	19		1ª fase cablaria: Monta cabo + cx + tampa
	43	10	9		Re aperto braçadeira cat + compressor
Posto 4					
	22	23	217	239	Leitura + Aperto alternador
	33	39	178		Monta platina
	24	17	161		Aperta tensor
	26	31	130		Aperta suportes motor + ureia
	8	18	112		Monta filtro de ar
	44	20	92		Monta e aperta ecrã térmico
	38	29	63		Aperto eixo motor + alternador
	29	27	36		Clipa ramal + insere porcas
	30	24	12		Desloc/ início+aprov paraf alternador+tira fita e obturador vareta do óleo
	45	11	1		Monta suporte tubo de água
Posto 5					
	37	24	216	205	Aperto suprt intermédio do motor + suprt transmissão
	32	23	193		Monta cabo negativo + aperto vareta do óleo
	42	23	170		2ª fase cablaria - Cablaria ureia + tubo água
	36	18	152		Leitura p/ realizar apertos + apertos mot arranque
	35	17	135		Monta + estica correia
	10	16	119		Clipa cablaria
	15	12	107		Aperta filtro de ar + respiro cx velocidades
	46	10	97		Monta Suportes ecrã acústico
	20	8	89		Clipar fichas motor T
	47	30	59		Verificação pontos de qualidade + passagem de porta
	48	3	55		Monta ecrã
	49	20	35		Coloca motor no transportador

## Anexo 53 - Cronologia Inicial - MOT 1.

MOT - 1		Veículo B9	CRONOLOGIA				MON - CPMG			
FASE	GAMA	Designação da Operação	Modelo							
			Todos	EURO 6	STT	CX AUT.				
1	2M*AA1Z0BW	APROVISIONAR MOTOR YC00 A BANDEJA		X		X				
	2M*AA1Z0C9	APROVISIONAR MOTOR FBF YC01 A BANDEJA			X					
2	OC	RET. FAV DA IMPRESSORA E COLOCAR SOBRE A MESA DE PREP.	X							
	2M*AA1Z0G9	LEITURA TRAÇABILIDADE MOTOR	X							
	2M*AB42044	MONTAGEM CANALIZAÇÃO UREIA S/ MOTOR	X							
	2M*AB42057	FIX. CANALIZAÇÃO UREIA S/ MOTOR	X							
3	2M*ACZB103	MONTAR PERNOS S/CX VELOCIDADES	X							
	2M*ACZB104	APERTAR PERNOS S/CX VELOCIDADES	X							
4	2M*AC2Z0BH	APROVI+UNIAO CV. AO MOTOR	X							
	2M*AC2Z0DA	LEITURA TRAÇABILIDADE CX VELOCIDADES	X							
5	2M*ACZB0FR	FIX. CV POSTO UNIAO CV MCP S/MOTOR	X							
	2M*AC2Z109	APONTAR PORCAS C.V. MOTOR	X							
	2M*ACZB0CR	APONTAR FIX. AR CV MOTOR	X							
6	2M*AC2Z105	FIX. PORCAS CX. VELOCIDADES MOTOR	X							
	2M*AC2Z0BA	FIX.PARAFUSOS AV CV	X							
	2M*AC2Z0BY									
	2M*ACZB0CS	APERTO FIX. AR CV MOTOR	X							
	2M*AA250NC	TUBO PURGA FILTRO GASOLEO S/MOTOR	X							
7	2M*AA261WM	MONT. FILTRO AR S/MOTOR	X							
	2M*AA390JV	CONEXÃO TUBO VAZIO S/ FILTRO AR	X							
	2M*AA260NE	APONTAR FIXACOES FILTRO AR S/MOT	X							
8	2M*AA1Z1D5	COLOCACAO MOTOR NA LINHA MOTORES	X							
	2M*A83C589	COLOCAR FAV NO SUPORTE TRANSPORTADOR MOTOR	X							

## Anexo 54 - Cronologia Inicial - MOT 2.

MOT - 2		Veículo B9	CRONOLOGIA						MON - CPMG	
FASE	GAMA	Designação da Operação	Modelo							
			TODOS	Cx Man	Cx Aut	RE01	RE00	C/ Det. Água	S/ Det. Água	AF1
1	2M*AZ9J1HC	DV E6 RETIRAR BRIDA RAMAL CAPTOR REGIME	X							
	2M*AZ9J0IG	FIX.CABL. MOTOR S/CARTER MOTOR	X							
	2M*AA371WR	FIX.+LIGACAO RAMAL CAPTOR REGIME	X							
	2M*AA350BU	DV6E. FIX.+LIGACAO RAMAL CAPTOR REGIME	X							
	2M*AZAJ0CL	FIX.CABL.MOT.S/CARTER DISTRI. INF.	X							
	2M*AA420BZ	DV6 €5 LIGACAO ELECTROVALVULA EGR	X							
	2M*AZ9J0IC	DV6 €5 FIX.CABL.MOTOR S/SUPORTE ELECTRO	X							
	2M*AA350BJ	DV6 €5 LIGACAO NIVEL/TEMP. OLEO MOTOR	X							
	2M*AA350ER	DV6 E4 E6 CONEX.NIVEL/TEMP. OLEO MOTOR	X							
	2M*AA350GG	MONT.DETECTOR AGUA FILTRO S/MOTOR						X		
	2M*AA350GF	NEUTRAL.FICHA CAPTOR AGUA GASOLEO							X	
	2M*AA350GC	CONEX. DETECTOR AGUA NO GASOLEO (€6 não tem detetor)						X		
2	2M*AA32210	MONTAR MOTOR DE ARRANQUE	X							
	2M*AA32211	FIXACAO MOTOR DE ARRANQUE	X							
3	2M*AA350H7	MONT. Sonda de Oleo	X							
	2M*AA350GZ	APERTO Sonda de Oleo	X							
	2M*AB120SU	MONT.TUBO SAIDA CAIXA DESGASIFICACAO	X							
4	2M*AC2Z107	APONTAR RENIFLARD S/ CX VELOCIDADES				X	X			
	2M*AC2Z103	MONT.PROTECTOR RENIFLARD				X	X			
	2M*AG32365	MONTAR RECEPTOR COMANDO HIDRAULICO		X						
	2M*AG32373	APERTAR PARAFUSOS RECEPTOR COMANDO HIDRAULICO		X						
5	2M*AD11G15	MONT. SUP. INTERM S/CV BE4 2 PARAFUSOS			X					
	2M*AD111BG	DV6E5 MONTAR SPTE.INTERM.S/CV VQ21		X						
	2M*AD110MR	COLOCAR SUPORTE. INF. MOTOR	X							
6	2M*AA260PD	APERTO ROTULAS FIX.FILTRO AR PREP	X							
	2M*AC2Z102	APERTO RENIFLARD S/ CX VELOCIDADES				X	X			
	2M*AA371KN	CONEXAO S/DEBIMETRO	X							
7	2M*AA180M9	MONT.SUPORTE SUP. ALTERNADOR	X							
	2M*AA18438	MONT.SUP. INFERIOR ALTERNADOR					X			
	2M*AA18431	FIX. SUPORTE SUPERI.ALTERNADOR DV6 REFRI				X				
7 e 8	2M*AA180KB	MTG SPTE ALTERNADOR/COMPRESSOR STT			X					
	2M*AA18425	MONTAR SUPORTE COMPRESSOR COM 2 PARAFUSO				X				
8	2M*AA18429	APERTO SUP. INFERIOR ALTERNADOR DV6					X			
	2M*AZ9J0IM	MONT.SUPORTE CONECT.COMP. YC00 RE00					X			
9	2M*AV5A215	MONTAR COMPRESSOR				X				
	2M*AA180KC	MTG POLIA FALSO COMP.NAO REFRI STT			X		X			
10	2M*AV5A214	FIXACAO COMPRESSOR				X				
	2M*AZ9J0SP	DESENFITAR RAMAL BOMBA ÓLEO								X
	2M*AZ9J0SQ	CONEXÃO RAMAL BOMBA ÓLEO								X
	2M*AZ9J0SU	BRIDAR RAMAL BOMBA ÓLEO S/ MOTOR								X
	2M*AZ9J0SR	FIXAÇÃO RAMAL BOMBA ÓLEO S/ MOTOR								X

## Anexo 55 - Cronologia Inicial - MOT 3.

MOT - 3		Veículo B9	CRONOLOGIA					MON - CPMG				
FASE	GAMA	Designação da Operação	TODOS	RE00	RE01	CX AUT	CX MAN					
1	2M*AAZ9J0II	RETIRAR ABRACADEL. ACOND.CABL.MOTOR	X									
	2M*AA310EE	POSICIONAR ALTERNADOR DV6 FAP					X					
	2M*AA310EG	DV6E5 MONT ALTERNADOR YC01				X						
2	2M*AA310FU	LEITURA CONFORMIDADE ALTERNADOR					X					
	2M*AA310FT	LEIT.TRACABILIDAD/CONFOR. ALTERNADOR				X						
	2M*AA310EF	FIXACAO AV ALTERNADOR VERSAO FAP					X					
	2M*AA310EH	FIX. ALTERNADOR YC01				X						
	2M*AA31405	FIXACAO PARAFUSOS AR SOBRE ALTERNADOR	X									
3 e 4	2M*AA180MA	MONT. RODA TENSORA DV6	X									
	2M*AA180K8	MONT. RODA TENSORA INF cx auto				X						
	2M*AA180K9	MONT. RODA TENSORA INF cx auto				X						
5 e 6	2M*AB211YN	APONTAR PERNOS FIXACAO CATALIZADOR	X									
	2M*AB210RP	MONT. SUPTE. CATALIZADOR AV	X									
	2M*AB42045	MTG.SUPORTE CANALIZAÇÃO UREIA	X									
	2M*AA371XE	APONTAR + APERTAR SUPORTE INTER. CABLARI	X									
7	2M*AB21I76	FIXACAO GOIJONS CATALIZADOR DV6	X									
8	2M*AZAJ0ON	MONT.AGRAFO CABLARIA CALCULADOR MCP				X						
	2M*AZ9A0OQ	DV6E5 MONT CABO POSITIVO S/CV VQ21				X						
	2M*AZ9A0OJ	MONT.CABO POSITIVO S/MOTOR EP/DV€5 VQ30					X					
	2M*AZAA0EX	FIX.CABO POS.S/SUPTE ZONA ARRANQUE	X									
	2M*AZAA0F9	FIX. CABO POSITIVO S/SUPTE. EV EGR	X									
	2M*AZAA0EY	FIX.CABO POSITIVO S/CARTER DISTR.	X									
	2M*AZAA0FA	POSIC.CABO POS.S/PARTE SUP.MOTOR	X									
	2M*AZAA0F8	FIXAÇÃO CABO POSITIVO S/ CARTER DA CORREIA	X									
	2M*AZAA0EZ	POSICIONAR CABO POSITIVO S/ CALHAS CARTER	X									
	2M*AZAA0TX	AGRAFAR CABO POSITIVO S/SUPORTE CARTER	X									
	2M*AZAA0FB	FIX.CABO POS.S/SPTE.INTERCO. YC01				X						
	2M*AZ9J0ST	LIGAR+AGRAFAR S/COMPRESSOR			X							
	2M*AZ9J0SO	LIGAÇÃO S/COMPRESSOR			X							
9	2M*AZ9A2JZ	APON.FIX.CABO POSITIVO S/CV EP/DV€5 VQ30					X					
	2M*AZ9A503	LIGAR EXCITACAO S/ALTERNADOR	X									
	2M*AZ9A0TY	CLIPAR RAMAL COMPRESSOR S/ ALTERNADOR	X									
	2M*AZ9A0ZE	CLIPADO RAMAL S/ ALTERNADOR	X									
	2M*AZ9A0OP	LIGACAO POSITIVO S/ALTERNADOR YC01	X									
	2M*AZAA0FU	FIX.RAMAL COMPRESSOR S/ALTER. YC01			X							
	2M*AZ9J1FK	FIXAR RAMAL CAPTOR ÁRVORE DE CAMES	X									
	2M*AZ9J0SN	CONEXÃO CAPTOR ÁRVORE DE CAMES	X									
	2M*AA371WM	FIXAR RAMAL Sonda de temperatura	X									
	2M*AZ9J0SK	NEUTRALIZ. CONECT.COMPRESSOR YC00		X								
	2M*AZ9J0SS	NEUTRALIZ. CONECT.COMPRESSOR		X								
	2M*AZ9A2HS	APONT PORCA CABO POSITIVO S/ ALTERNADOR	X									
	2M*AZ9A0ON	FIX.CABO POSITIVO S/MOTOR ARRANQUE	X									
	2M*AZ9A0Z2	DV E6 STTD CONEX. EXCITACAO S/ARRANQUE	X									
	2M*AZ9A2HR	MONT +APONTAR EXCITACAO S/M. ARRANQUE	X									

## Anexo 56 - Cronologia Inicial - MOT 5.


MOT - 5		Veículo B9	CRONOLOGIA				MON - CPMG			
FASE	GAMA	Designação da Operação	Modelo							
			Todos	STT	Cx Aut.	A.C.	S/A.C.			
1	2M*AG32374	APONTAR SUPORTE TUBO HIDRAULICO S/CV		X		X	X			
	2M*AD1110M	APONTAR SUPORTE INTERMEDIO S/ CV		X		X	X			
	2M*AZ9L3BB	MONT.AGRAFO FIX.RAMAL MARCHA ATRAS S/CV		X		X	X			
	2M*AA240CP	CONEXÃO AQUECEDOR GASOLEO S/ FILTRO	X							
	2M*AB42043	FIXAÇÃO CIRCUITO UREIA S/ SUPORTE	X							
2	2M**A150B9	MONTAGEM + APERTO GUIA+CALHA NIVEL OLEO	X							
	2M*AZ9A587	LIGAÇÃO CABO NEGATIVO S/ CX. DE VELOCIDADES	X							
	2M*AZ9A0OK	FIX.CABO POSITIVO S/CV EP/DV6€5 VQ30		X		X	X			
	2M*AZ9A0OR	FIX.SUPT CABO POSITIVO S/CV VQ21			X					
3	2M*AG21331	MONTAR + APERTAR PLATINA CAIXA VEL. S/CAIXA VEL		X		X	X			
	2M*AG32364	APERTO SUPORTE TUBO HIDR S/CV		X		X	X			
4	2M*AF62008	MONTAR AGRAFOS DE FIXAÇÃO S/ FILTRO DE AR	X							
	2M*AC71329	APROV. + APONTAR RETENÇÃO DO ROLAMENTO DA TRANSMISSÃO	X							
5	2M*AA180MF	MONT. CORREIA YC00 REFRI				X				
	2M*AA180R7	MONT. CORREIA YC00 NAO REFRI					X			
	2M*AA180KA	MONT. CORREIA STT		X						
	2M*AA180LK	TENSAO CORREIA TENSOR DIN.INF.			X					
	2M*AA180PK	TENSAO CORREIA TENSOR DINAMICO S			X					
6	2M*A83J0CK	LEITURA CODIGO DE APERTOS MOT-05 B9	X							
	2M*AZ9A507	AP. LIGACAO CABO POSITIVO S/ARRANQUE DV6	X							
	2M*AZ9A0OO	APERTAR CABO POSITIVO S/MOTOR ARRANQUE			X					
	2M*AZ9A505	APERTO CABO NEGATIVO SOBRE CV	X							
7	2M*AD11G37	APERTO SUP. INTERMEDIO S/ CV VQ30		X		X	X			
	2M*AD111B7	FIX.SPTE INTERM. S/CV VQ21			X					
	2M*AD11G27	FIXAR SUPORTE INFERIOR DIR DV6	X							
	2M*AD11G26	FIXAR SUPORTE INTERMEDIO S/ CV	X							
8	2M*AD11G25	MONTAR EIXO E ANILHA S/SUPORTE CV	X							
	2M*AD11G14	APERTO EIXO + CASQUINHO S/ SUPORTE CV	X							
	2M*AD111BF	MONT. SEPARADOR SUPORTE ELASTICO MOTOR			X					
	2M*AZ9A506	APERTO CABO POSITIVO S/ ALTERNADOR			X	X	X			
	2M*A83J0IX	LEITURA COD APERTOS MOT 05 NO FIM DO AP	X							
9	2M*AB212OT	MONTAGEM + PRÉ-APERTO CATALIZADOR AV	X							
	2M*AB210RT	APERTO DO CATALIZADOR AV	X							

## Anexo 57 - Cronologia Inicial - MOT 7.

MOT - 7		Veículo B9 EURO 6	CRONOLOGIA				MON - CPMG				
FASE	GAMA	Designação da Operação	Modelo								
			TODOS	C/ A.C.	C/ INSONO						
1	2M*AZ9JH90	ACOND. CABL. MOTOR SOBRE CX VELOCIDADES	X								
	2M*AZAJ0OL	ACOND. CABL MOTOR E CABO POSITIVO									
	2M*AA340BM	LIGA CABL MOTOR S/CAIXA PRAQUECIM DV6	X								
	2M*AZ9J0SL	MONT. CABL. COMPLEMENTAR S/MOTOR	X								
	2M*AZ9J0SM	ACOND.CABL.COMPLEMENTAR S/MOTOR	X								
	2M*AZ9A502	MONTAR OBT. SOBRE CABO POSITIVO ALTERNADOR	X								
	2M*AA371WN	FIX. SONDA TEMP. S/ AGRAFO ALTERNADOR	X								
	2M*AA371WQ		X								
2	2M*AZ9J0SJ	DESENFITAR RAMAL INJECTOR UREIA	X								
	2M*AB250L5	CONEXÃO CIRCUITO UREIA SOBRE INJECTOR	X								
	2M*AB42055	MONT. FECHAR PROT. TÉRMICA CANAL UREIA	X								
	2M*AB250L6	CONEXÃO CABLARIA MOTOR S/INJECTOR UREIA	X								
	2M*AA371WO	FIXAÇÃO CONETOR SONDA TEMPERATURA	X								
	2M*AV371WP	CONEXÃO SONDA TEMPERATURA	X								
	2M*AB120SW	ACONDICIONAR TUBO SAIDA CAIXA DESGASIFICACAO	X								
	2M*AA25388	MONTAGEM AGRAFO CARBURANTE	X								
3	2M*AB211XW	CTRL DE APERTO DA ABRAÇADEIRA CATALIZADOR	X								
	2M*AV5A0QA	CONTROLO FIXAÇÃO COMPRESSOR		X							
4	2M*AB212OX	POSICIONAR ECRAN TÉRMICO	X								
	2M*AB212SW	APONTAR FIXAÇÕES ECRAN TÉRMICO	X								
	2M*AB212SX	APERTO ECRAN TÉRMICO	X								
	2Q*AA370KI	PQGI CTRL CONEXÃO CAPTOR CILINDROS	X								
5	2M*AB121RO	APERTO.SUPORTE.TUBO SAIDA RADIADOR	X								
	2M*AB120UX	MONT.SUPORTE.TUBO SAIDA RADIADOR	X								
	2M*AB120UP	MONTAGEM AGRAFO FIXAÇÃO TUBO SAIDA RADIADOR	X								
6	2M*AA820CE	MONT.SUPTE.SUP.ECRAN ACUSTICO AR			X						
	2M*AA820CJ	FIX.SUPTE.SUP.ECRAN ACUSTICO AR			X						
	2M*AA820C9	MONTAGEM SUPORTE INF. ECRAN ACÚSTICO			X						
7	2Q*AA370C8	PQGI CTRL CONEXAO DEBIMETRO AR	X								
	2Q*AG21107	PQGI CTRL BIELETA S/ROTULA REENVIO CV	X								
	2Q*AA370KJ	PQGI CONEXÃO CAPTOR PRESSÃO DIF. FAP	X								
	2Q*AZ9J0M9	PQGI CONEXÃO SONDA PRESENÇA DE ÁGUA	X								
	2Q*AZ9A0F0	PQGI CONEXÃO MOTOR DE ARRANQUE	X								
	2Q*AA35064	PQGI CTRL LIGAÇÃO CAPTOR NIVEL OLEO	X								
	2Q*AA370C7	PQGI LIGACAO CAPTOR REGIME MOTOR	X								
	2Q*AA18075	PQG CTRL POSICAO CORREIA	X								
	2Q*AA31064	CTRL CONEXÃO ALTERNADOR	X								
	2Q*AV5A055	CTRL CONEXÃO REFRI		X							
	2Q*AA370KK	PQGI CONETOR BOMBA GASÓLEO	X								

	2M*AA340CD	CONFORMIDADE CAIXA PRE AQUECIMENTO	x						
	2M*A83C0TA	PASSAGEM DE PORTA MOTORES EM SP3	x						
	2M*A83C1DX	COLOCAR FAV S/ MOTOR	x						
8	2M*AA820CA	MONTAGEM ECRAN ACÚSTICO			x				
9	2M*A83F4C6	EVACUACAO MOTOR PREP. - LINHA MOT - POM	x						
X	2M*AA350BP	MONT.FALSE CONEC.PRES.AGUA S/SPTE	x						
X	2M*AA350ES	CONEX.FICHA DETECTOR PRES.AGUA	x						
X	2M*AA350ET	CLIPAR CONEC.DETECTOR AGUA S/SUPTE	x						

## Anexo 58 - Cronologia MOT 1 - Proposta 1.

MOT - 1	Veículo B9	CRONOLOGIA				MON - CPMG			
	GAMA	Designação da Operação	Modelo						
	Todos		EURO 6	STT	CX AUT.				
2M*AA1Z0BW	APROVISIONAR MOTOR YC00 A BANDEJA		X		X				
2M*AA1Z0C9	APROVISIONAR MOTOR FBF YC01 A BANDEJA			X					
OC	RET. FAV DA IMPRESSORA E COLOCAR SOBRE A MESA DE PREP.	X							
2M*AA1Z0G9	LEITURA TRAÇABILIDADE MOTOR	X							
2M*AB42044	MONTAGEM CANALIZAÇÃO UREIA S/ MOTOR	X							
2M*AB42057	FIX. CANALIZAÇÃO UREIA S/ MOTOR	X							
2M*ACZB103	MONTAR PERNOS S/CX VELOCIDADES	X							
2M*ACZB104	APERTAR PERNOS S/CX VELOCIDADES	X							
2M*AC2Z0BH	APROVI+UNIAO CV. AO MOTOR	X							
2M*AC2Z0DA	LEITURA TRAÇABILIDADE CX VELOCIDADES	X							
2M*ACZB0FR	FIX.-CV-POSTO-UNIAO-CV-MCP-S/MOTOR	✖							
2M*AC2Z109	APONTAR PORCAS C.V.- MOTOR-	✖							
2M*ACZB0CR	APONTAR FIX.-AR-CV-MOTOR-	✖							
2M*AC2Z105	FIX.-PORCAS CX.-VELOCIDADES-MOTOR-	✖							
2M*AC2Z0BA 2M*AC2Z0BY	FIX.PARAFUSOS-AV-CV	✖							
2M*ACZB0CS	APERTO FIX.-AR-CV-MOTOR-	✖							
2M*AA250NC	TUBO-PURGA-FILTRO-GASOLEO-S/MOTOR	✖							
2M*AA261WM	MONT.-FILTRO-AR-S/MOTOR	✖							
2M*AA390JV	CONEXÃO TUBO VAZIO S/ FILTRO-AR	✖							
2M*AA260NE	APONTAR FIXACOES FILTRO-AR S/MOT	✖							
2M*AA1Z1D5	COLOCACAO-MOTOR-NA-LINHA-MOTORES	✖							
2M*A83C589	COLOCAR FAV-NO-SUPORTE-TRANSPORTADOR-MOTOR	✖							




## Anexo 59 - Cronologia MOT 2 - Proposta 1.

MOT - 2	Veículo	CRONOLOGIA							MON - CPMG		
	B9										
GAMA	Designação da Operação	Modelo									
		TODOS	Cx Man	Cx Aut	RE01	RE00	C/ Det. Água	S/ Det. Água	AF1		
2M*ACZB0FR	FIX. CV POSTO UNIAO CV MCP S/MOTOR	X									
2M*AC2Z109	APONTAR PORCAS C.V. MOTOR	X									
2M*ACZB0CR	APONTAR FIX. AR CV MOTOR	X									
2M*AC2Z105	FIX. PORCAS CX. VELOCIDADES MOTOR	X									
2M*AC2Z0BA 2M*AC2Z0BY	FIX.PARAFUSOS AV CV	X									
2M*ACZB0CS	APERTO FIX. AR CV MOTOR	X									
2M*AA250NC	TUBO PURGA FILTRO GASOLEO S/MOTOR	X									
2M*AA261WM	MONT. FILTRO AR S/MOTOR	X									
2M*AA390JV	CONEXÃO TUBO VAZIO S/ FILTRO AR	X									
2M*AA260NE	APONTAR FIXACOES FILTRO AR S/MOT	X									
2M*AZ9J1HC	DV E6 RETIRAR BRIDA RAMAL CAPTOR REGIME	X									
2M*AZ9J0IG	FIX.CABL. MOTOR S/CARTER MOTOR	X									
2M*AA371WR	FIX.+LIGACAO RAMAL CAPTOR REGIME	X									
2M*AA350BU	DV6€. FIX.+LIGACAO RAMAL CAPTOR REGIME	X									
2M*AZAJ0CL	FIX.CABL.MOT.S/CARTER DISTRI. INF.	X									
2M*AA420BZ	DV6 €5 LIGACAO ELECTROVALVULA EGR	X									
2M*AZ9J0IC	DV6 €5 FIX.CABL.MOTOR S/SUORTE ELECTRO	X									
2M*AA350BJ	DV6 €5 LIGACAO NIVEL/TEMP. OLEO MOTOR	X									
2M*AA350ER	DV6 E4 E6 CONEX.NIVEL/TEMP. OLEO MOTOR	X									
2M*AA350GG	MONT.DETECTOR AGUA FILTRO S/MOTOR						X				
2M*AA350GF	NEUTRAL.FICHA CAPTOR AGUA GASOLEO								X		
2M*AA350GC	CONEX. DETECTOR AGUA NO GASOLEO (€6 não tem detetor)						X				
2M*AA32210	MONTAR MOTOR DE ARRANQUE	X									
2M*AA32211	FIXACAO MOTOR DE ARRANQUE	X									
2M*AA350H7	MONT. Sonda DE OLEO	X									
2M*AA350GZ	APERTO Sonda DE OLEO	X									
2M*AB120SU	MONT.TUBO SAIDA CAIXA DESGASIFICACAO	X									
2M*AC2Z107	APONTAR RENIFLARD S/ CX VELOCIDADES				X	X					
2M*AC2Z103	MONT.PROTECTOR RENIFLARD				X	X					
2M*AG32365	MONTAR RECPTOR COMANDO HIDRAULICO		X								
2M*AG32373	APERTAR PARAFUSOS RECEPTOR COMANDO HIDRAULICO		X								
2M*AD11G15	MONT. SUP. INTERM S/CV BE4 2 PARAFUSOS			X							
2M*AD111BG	DV6€5 MONTAR SPTE.INTERM.S/CV VQ21		X								
2M*AD110MR	COLOCAR SUPORTE. INF. MOTOR	X									
2M*AA260PD	APERTO ROTULAS FIX.FILTRO AR PREP	X									


2M*AC2Z102	APERTO RENIFLARD S/CX-VELOCIDADES				✕	✕			
2M*AA371KN	CONEXAO S/DEBIMETRO	X							
2M*AA180M9	MONT.SUPORE SUP. ALTERNADOR	✕							
2M*AA18438	MONT.SUP. INFERIOR ALTERNADOR					✕			
2M*AA18431	FIX. SUPORTE SUPERIALTERNADOR DV6 REFRI				✕				
2M*AA180KB	MTG SPTE ALTERNADOR/COMPRESSOR STT			✕					
2M*AA18425	MONTAR SUPORTE COMPRESSOR COM 2 PARAFUSO				✕				
2M*AA18429	APERTO SUP. INFERIOR ALTERNADOR DV6					✕			
2M*AZ9J0IM	MONT.SUPORE CONECT.COMP. YC00 RE00					✕			
2M*AV5A215	MONTAR COMPRESSOR				✕				
2M*AA180KC	MTG POLIA FALSO COMP.NAO REFRI STT			✕		✕			
2M*AV5A214	FIXACAO COMPRESSOR				✕				
2M*AZ9J0SP	DESENFITAR RAMAL BOMBA ÓLEO								X
2M*AZ9J0SQ	CONEXÃO RAMAL BOMBA ÓLEO								X
2M*AZ9J0SU	BRIDAR RAMAL BOMBA ÓLEO S/ MOTOR								X
2M*AZ9J0SR	FIXAÇÃO RAMAL BOMBA ÓLEO S/ MOTOR								X

## Anexo 60 - Cronologia MOT 3 - Proposta 1.

MOT - 3	Veículo		CRONOLOGIA					MON - CPMG		
	B9									
GAMA	Designação da Operação	Modelo								
		TODOS	RE00	RE01	CX AUT	CX MAN				
2M*AC2Z102	APERTO RENIFLARD S/ CX VELOCIDADES		X	X						
2M*AA180M9	MONT.SUPORTE SUP. ALTERNADOR	X								
2M*AA18438	MONT.SUP. INFERIOR ALTERNADOR		X							
2M*AA18431	FIX. SUPORTE SUPERI.ALTERNADOR DV6 REFRI			X						
2M*AA180KB	MTG SPTE ALTERNADOR/COMPRESSOR STT				X					
2M*AA18425	MONTAR SUPORTE COMPRESSOR COM 2 PARAFUSO			X						
2M*AA18429	APERTO SUP. INFERIOR ALTERNADOR DV6		X							
2M*AZ9J0IM	MONT.SUPORTE CONECT.COMP. YC00 RE00		X							
2M*AV5A215	MONTAR COMPRESSOR			X						
2M*AA180KC	MTG POLIA FALSO COMP.NAO REFRI STT		X		X					
2M*AV5A214	FIXACAO COMPRESSOR			X						
2M*AAZ9J0II	RETIRAR ABRACADEI. ACOND.CABL.MOTOR	X								
2M*AA310EE	POSICIONAR ALTERNADOR DV6 FAP					X				
2M*AA310EG	DV6€5 MONT ALTERNADOR YC01				X					
2M*AA310FU	LEITURA CONFORMIDADE ALTERNADOR					X				
2M*AA310FT	LEIT.TRACABILIDAD/CONFOR. ALTERNADOR				X					
2M*AA310EF	FIXACAO AV ALTERNADOR VERSAO FAP					X				
2M*AA310EH	FIX. ALTERNADOR YC01				X					
2M*AA31405	FIXACAO PARAFUSOS AR SOBRE ALTERNADOR	X								
2M*AA180MA	MONT. RODA TENSORA DV6	X								
2M*AA180K8	MONT. RODA TENSORA INF cx auto				X					
2M*AA180K9	MONT. RODA TENSORA INF cx auto				X					
2M*AB211YN	APONTAR-PERNOS-FIXACAO CATALIZADOR	✖								
2M*AB210RP	MONT. SUPTE. CATALIZADOR AV	✖								
2M*AB42045	MTG.SUPORTE-CANALIZAÇÃO UREIA	✖								
2M*AA371XE	APONTAR + APERTAR SUPORTE INTER. CABLARIA MOT	X								
2M*AB21I76	FIXACAO GOUJONS CATALIZADOR DV6	X								
2M*AZAJ00N	MONT.AGRAFO CABLARIA CALCULADOR MCP				X					
2M*AZ9A00Q	DV6€5 MONT CABO POSITIVO S/CV VQ21				X					
2M*AZ9A00J	MONT.CABO POSITIVO S/MOTOR EP/DV€5 VQ30					X				
2M*AZAA0EX	FIX.CABO POS.S/SUPTE ZONA ARRANQUE	X								
2M*AZAA0F9	FIX. CABO POSITIVO S/SUPTE. EV EGR	X								
2M*AZAA0EY	FIX.CABO POSITIVO S/CARTER DISTR.	X								
2M*AZAA0FA	POSIC.CABO POS.S/PARTE SUP.MOTOR	X								
2M*AZAA0F8	FIXAÇÃO CABO POSITIVO S/ CARTER DA CORREIA	X								
2M*AZAA0EZ	POSICIONAR CABO POSITIVO S/ CALHAS CARTER	X								
2M*AZAA0TX	AGRAFAR CABO POSITIVO S/SUPORTE CARTER	X								

2M*AZAA0FB	FIX.CABO POS.S/SPTE.INTERCO. YC01				X			
2M*AZ9J0ST	LIGAR+AGRAFAR S/COMPRESSOR			X				
2M*AZ9J0SO	LIGAÇÃO S/COMPRESSOR			X				
2M*AZ9A2JZ	APON.FIX.CABO POSITIVO S/CV EP/DV6 VQ30					X		
2M*AZ9A503	LIGAR EXCITACAO S/ALTERNADOR	X						
2M*AZ9A0TY	CLIPAR RAMAL COMPRESSOR S/ ALTERNADOR	X						
2M*AZ9A0ZE	CLIPADO RAMAL S/ ALTERNADOR	X						
2M*AZ9A0OP	LIGACAO POSITIVO S/ALTERNADOR YC01	X						
2M*AZAA0FU	FIX.RAMAL COMPRESSOR S/ALTER. YC01			X				
2M*AZ9J1FK	FIXAR RAMAL CAPTOR ÁRVORE DE CAMES	X						
2M*AZ9J0SN	CONEXÃO CAPTOR ÁRVORE DE CAMES	X						
2M*AA371WM	FIXAR RAMAL Sonda DE TEMPERATURA	X						
2M*AZ9J0SK	NEUTRALIZ. CONECT.COMPRESSOR YC00		X					
2M*AZ9J0SS	NEUTRALIZ. CONECT.COMPRESSOR		X					
2M*AZ9A2HS	APONT PORCA CABO POSITIVO S/ ALTERNADOR	X						
2M*AZ9A0ON	FIX.CABO POSITIVO S/MOTOR ARRANQUE	X						
2M*AZ9A0Z2	DV E6 STTD CONEX. EXCITACAO S/ARRANQUE	X						
2M*AZ9A2HR	MONT +APONTAR EXCITACAO S/M. ARRANQUE	X						

## Anexo 61 - Cronologia MOT 7 - Proposta 1.

MOT - 5	Veículo	CRONOLOGIA	MON - CPMG					
	B9							
GAMA	Designação da Operação	Modelo						
		Todos	STT	Cx Aut.	A.C.	S/A.C.		
2M*AB211YN	APONTAR PERNOS FIXACAO CATALIZADOR	X						
2M*AB210RP	MONT. SUPTE. CATALIZADOR AV	X						
2M*AB42045	MTG.SUPORTE CANALIZAÇÃO UREIA	X						
2M*AA371XE	APONTAR + APERTAR SUPORTE INTER. CABLARIA MOTOR	X						
2M*AB21I76	FIXACAO GOUJONS CATALIZADOR DV6	X						
2M*AG32374	APONTAR SUPORTE TUBO HIDRAULICO S/CV		X		X	X		
2M*AD111OM	APONTAR SUPORTE INTERMEDIO S/ CV		X		X	X		
2M*AZ9L3BB	MONT.AGRAFO FIX.RAMAL MARCHA ATRAS S/CV		X		X	X		
2M*AA240CP	CONEXÃO AQUECEDOR GASOLEO S/ FILTRO	X						
2M*AB42043	FIXAÇÃO CIRCUITO UREIA S/ SUPORTE	X						
2M**A150B9	MONTAGEM + APERTO GUIA+CALHA NIVEL OLEO	X						
2M*AZ9A587	LIGAÇÃO CABO NEGATIVO S/ CX. DE VELOCIDADES	X						
2M*AZ9A0OK	FIX.CABO POSITIVO S/CV EP/DV6€5 VQ30		X		X	X		
2M*AZ9A0OR	FIX.SUPT CABO POSITIVO S/CV VQ21			X				
2M*AG21331	MONTAR + APERTAR PLATINA CAIXA VEL. S/CAIXA VEL		X		X	X		
2M*AG32364	APERTO SUPORTE TUBO HÍDR S/CV		X		X	X		
2M*AF620Q8	MONTAR AGRAFOS DE FIXAÇÃO S/ FILTRO DE AR	✕						
2M*AC71329	APROV. + APONTAR RETENÇÃO DO ROLAMENTO DA TRANSMISSÃO	✕						
2M*AA180MF	MONT. CORREIA YC00-REFRI				✕			
2M*AA180R7	MONT. CORREIA YC00-NAO-REFRI					✕		
2M*AA180KA	MONT. CORREIA STT		✕					
2M*AA180LK	TENSAO CORREIA TENSOR DIN.INF.			✕				
2M*AA180PK	TENSAO CORREIA TENSOR DINAMICO S			✕				
2M*A83J0CK	LEITURA CODIGO DE APERTOS MOT-05 B9	X						
2M*AZ9A507	AP. LIGACAO CABO POSITIVO S/ARRANQUE DV6	X						
2M*AZ9A0OO	APERTAR CABO POSITIVO S/MOTOR ARRANQUE			X				
2M*AZ9A505	APERTO CABO NEGATIVO SOBRE CV	X						
2M*AD11G37	APERTO SUP. INTERMEDIO S/ CV VQ30		X		X	X		
2M*AD111B7	FIX.SPTE INTERM. S/CV VQ21			X				
2M*AD11G27	FIXAR SUPORTE INFERIOR DIR DV6	X						
2M*AD11G26	FIXAR SUPORTE INTERMEDIO S/ CV	X						
2M*AD11G25	MONTAR EIXO E ANILHA S/SUPORTE CV	X						
2M*AD11G14	APERTO EIXO + CASQUINHO S/ SUPORTE CV	X						
2M*AD111BF	MONT. SEPARADOR SUPORTE ELASTICO MOTOR			X				
2M*AZ9A506	APERTO CABO POSITIVO S/ ALTERNADOR			X	X	X		
2M*A83J0IX	LEITURA COD APERTOS MOT 05 NO FIM DO AP	X						
2M*AB212OT	MONTAGEM + PRÉ-APERTO CATALIZADOR AV	✕						
2M*AB210RT	APERTO DO CATALIZADOR AV	✕						

## Anexo 62 - Cronologia MOT 7 - Proposta 1.

MOT - 7	Veículo	CRONOLOGIA	MON - CPMG							
	B9 EURO 6									
GAMA	Designação da Operação	Modelo								
		TODOS	C/ A.C.	C/ INSONO	STT	Cx Aut.	A.C.	S/A.C.		
2M*AF62008	MONTAR AGRAFOS DE FIXAÇÃO S/ FILTRO DE AR	X								
2M*AC71329	APROV. + APONTAR RETENÇÃO DO ROLAMENTO DA TRANSMISSÃO	X								
2M*AA180MF	MONT. CORREIA YC00 REFRI						X			
2M*AA180R7	MONT. CORREIA YC00 NAO REFRI							X		
2M*AA180KA	MONT. CORREIA STT				X					
2M*AA180LK	TENSAO CORREIA TENSOR DIN.INF.					X				
2M*AA180PK	TENSAO CORREIA TENSOR DINAMICO S					X				
2M*AB212OT	MONTAGEM + PRÉ-APERTO CATALIZADOR AV	X								
2M*AB210RT	APERTO DO CATALIZADOR AV	X								
2M*AZ9JH90	BL. MOTOR SOBRE CX VELOCIDADES E ACOND. CABL MOTOR E CAB	X								
2M*AZAJ0OL	ACOND. CABL MOTOR E CABO POSITIVO	X								
2M*AA340BM	LIGA CABL MOTOR S/CAIXA PREAQUECIM DV6	X								
2M*AZ9J0SL	MONT. CABL. COMPLEMENTAR S/MOTOR	X								
2M*AZ9J0SM	ACOND.CABL.COMPLEMENTAR S/MOTOR	X								
2M*AZ9A502	MONTAR OBT. SOBRE CABO POSITIVO ALTERNADOR	X								
2M*AA371WN	FIX. SONDA TEMP. S/ AGRAFO ALTERNADOR	X								
2M*AA371WQ		X								
2M*AZ9J0SJ	DESENFITAR RAMAL INJECTOR UREIA	X								
2M*AB250L5	CONEXÃO CIRCUITO UREIA SOBRE INJECTOR	X								
2M*AB42055	MONT. FECHAR PROT. TÉRMICA CANAL UREIA	X								
2M*AB250L6	CONEXÃO CABLARIA MOTOR S/INJECTOR UREIA	X								
2M*AA371WO	FIXAÇÃO CONETOR SONDA TEMPERATURA	X								
2M*AV371WP	CONEXÃO SONDA TEMPERATURA	X								
2M*AB120SW	ACONDICIONAR TUBO SAIDA CAIXA DESGASIFICACAO	X								
2M*AA25388	MONTAGEM AGRAFO CARBURANTE	X								
2M*AB211XW	CTRL DE APERTO DA ABRAÇADEIRA CATALIZADOR AV	X								
2M*AV5A0QA	CONTROLO FIXAÇÃO COMPRESSOR		X							
2M*AB212OX	POSICIONAR ECRAN TÉRMICO	X								
2M*AB212SW	APONTAR FIXAÇÕES ECRAN TÉRMICO	X								
2M*AB212SX	APERTO ECRAN TÉRMICO	X								
2Q*AA370KI	PQGI CTRL CONEXÃO CAPTOR CILINDROS	X								
2M*AB121RO	APERTO.SUPORTE.TUBO SAIDA RADIADOR	X								
2M*AB120UX	MONT.SUPORTE.TUBO SAIDA RADIADOR	X								
2M*AB120UP	MONTAGEM AGRAFO FIXAÇÃO TUBO SAIDA RADIADOR	X								

2M*AA820CE	MONT.SUPTE.SUP.ECRAN ACUSTICO AR			x				
2M*AA820CJ	FIX.SUPTE.SUP.ECRAN ACUSTICO AR			x				
2M*AA820C9	MONTAGEM SUPORTE INF. ECRAN ACÚSTICO			x				
2Q*AA370C8	PQGI CTRL CONEXAO DEBIMETRO AR	x						
2Q*AG21107	PQGI CTRL BIELETA S/ ROTULA REENVIO CV	x						
2Q*AA370KJ	PQGI CONEXÃO CAPTOR PRESSÃO DIF. FAP	x						
2Q*AZ9J0M9	PQGI CONEXÃO Sonda PRESENÇA DE ÁGUA	x						
2Q*AZ9A0F0	PQGI CONEXÃO MOTOR DE ARRANQUE	x						
2Q*AA35064	PQGI CTRL LIGAÇÃO CAPTOR NIVEL OLEO	x						
2Q*AA370C7	PQGI LIGACAO CAPTOR REGIME MOTOR	x						
2Q*AA18075	PQG CTRL POSICAO CORREIA	x						
2Q*AA31064	CTRL CONEXÃO ALTERNADOR	x						
2Q*AV5A055	CTRL CONEXÃO REFRI		x					
2Q*AA370KK	PQGI CONETOR BOMBA GASÓLEO	x						
2M*AA340CD	CONFORMIDADE CAIXA PRE AQUECIMENTO	x						
2M*A83C0TA	PASSAGEM DE PORTA MOTORES EM SP3	x						
2M*A83C1DX	COLOCAR FAV S/ MOTOR	x						
2M*AA820CA	MONTAGEM ECRAN ACÚSTICO			x				
2M*A83F4C6	EVACUACAO MOTOR PREP. - LINHA MOT - POM	x						
2M*AA350BP	MONT.FALSE CONEC.PRES.AGUA S/SPTE	x						
2M*AA350ES	CONEX.FICHA DETECTOR PRES.AGUA	x						
2M*AA350ET	CLIPAR CONEC.DETECTOR AGUA S/SUPTE	x						